

# VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

**Nro 502**

**LENTOKENTTÄALUEIDEN UREAN JA  
GLYKOLIN KÄYTÖN VAIKUTUS POHJAVETEEN**

**Ritva Britschgi**



# **VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA**

**Nro 502**

## **LENTOKENTTÄALUEIDEN UREAN JA GLYKOLIN KÄYTÖN VAIKUTUS POHJAVETEEN**

**Ritva Britschgi**

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

Piirrokset: Pirjo Möttönen

Julkaisua saa vesi- ja ympäristöhallituksen kuntatoimistosta  
Puh.(90)69511

ISBN 951-47-7368-3  
ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo, Helsinki 1993

**KUVAILEHTI**  
 Julkaisun päivämäärä  
 Elokuu, 1993

**Julkaisija**  
 Vesi- ja ympäristöhallitus

**Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)**  
 Ritva Britschgi

**Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)**  
 Lentokenttäalueiden urean ja glykolin käytön vaikutus pohjaveteen

<b>Julkaisun laji</b> Selvitys	<b>Toimeksiantaja</b>	<b>Toimielimen asettamispvm</b>
-----------------------------------	-----------------------	---------------------------------

**Julkaisun osat**

**Tiivistelmä**

Selvitystä varten kerättiin aineisto pyyntökirjeellä vesi- ja ympäristöpiireistä. Mukaan on otettu ne 13 reittiliikennekenttää, 2 puolustusvoimain lentokenttää ja 1 pienkenttä, jotka sijaitsevat vuosina 1977–82 tehdyssä tarkistustyössä yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeiksi määritetyillä pohjavesialueilla tai niiden välittömässä läheisyydessä.

Analyysituloksista on tarkasteltu  $\text{KMnO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^-$ ,  $\text{CO}_2^-$  ja  $\text{O}_2^-$ -pitoisuuksia sekä sähkönjohtavuutta. Pitkiä aikasarjoja ei analyysitiedoista kyselyllä saatu. Vastaukset käsittivät usein vain muutamia analyysijä. Tulokset on tämän vuoksi esitetty saatujen analyysitietojen keskiarvoina.

Urean käytön vaikutuksesta yli sosiaali- ja terveyshallituksen asettaman talousveden terveydellisen laatuvaatimuksen (25 mg/l) kohonneita nitraattipitoisuuksia on ainakin viidellä lentokenttäalueella.

**Asiasanat (avainsanat)**  
 pohjavesi, urea, glykoli, lentokentät, typpipitoisuus

**Muut tiedot**

<b>Sarjan nimi ja numero</b> Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja nro 502	<b>ISBN</b> 951-47-7368-3	<b>ISSN</b> 0783-3288
--	------------------------------	--------------------------

<b>Kokonaissivumäärä</b> 46	<b>Kieli</b> Suomi	<b>Hinta</b>	<b>Luottamuksellisuus</b> Julkinen
--------------------------------	-----------------------	--------------	---------------------------------------

<b>Jakaja</b> Vesi- ja ympäristöhallitus, kuntatoimisto PL 250, 00101 Helsinki Puh. (90) 69 511	<b>Kustantaja</b> Vesi- ja ympäristöhallitus PL 250, 00101 Helsinki
--	---



# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	UREAN JA GLYKOLIN KÄYTTÖ LENTOASEMILLA .....	8
	2.1 Urea ja glykoli .....	8
	2.2 Urean käyttö kiitoteiden liukkaudentorjunnassa .....	8
	2.3 Glykolin käyttö lentokonekaluston jään poistamiseen ja jäätymisen estoon ..	9
	2.4 Muut kemialliset liukkaudentorjunta-aineet .....	9
3	HAVAINTOJA UREAN JA GLYKOLIN KÄYTÖN VAIKUTUKSISTA ERÄIDEN LENTOKENTTÄALUEIDEN POHJAVESIIN .....	11
	3.1 Helsinki–Vantaa .....	11
	3.1.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	11
	3.1.2 Tarkkailutuloksia .....	11
	3.2 Turku .....	13
	3.2.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	13
	3.2.2 Tarkkailutuloksia .....	15
	3.3 Halli–Kuorevesi .....	17
	3.3.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	17
	3.3.2 Tarkkailutuloksia .....	17
	3.4 Lappeenranta .....	17
	3.4.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	17
	3.4.2 Tarkkailutuloksia .....	20
	3.5 Immola–Imatra .....	20
	3.5.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	20
	3.5.2 Tarkkailutuloksia .....	20
	3.6 Utti–Valkeala .....	20
	3.6.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	20
	3.6.2 Tarkkailutuloksia .....	22
	3.7 Kuopio .....	22
	3.7.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	22
	3.7.2 Tarkkailutuloksia .....	22
	3.8 Joensuu .....	24
	3.8.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	24
	3.8.2 Tarkkailutuloksia .....	24
	3.9 Jyväskylä .....	26
	3.9.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	26
	3.9.2 Tarkkailutuloksia .....	26
	3.10 Kruunupyö .....	28
	3.10.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	28
	3.10.2 Tarkkailutuloksia .....	28
	3.11 Oulu .....	30
	3.11.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	30
	3.11.2 Tarkkailutuloksia .....	30
	3.12 Kuusamo .....	32
	3.12.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	32
	3.12.2 Tarkkailutuloksia .....	32
	3.13 Kajaani .....	34
	3.13.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	34
	3.13.2 Tarkkailutuloksia .....	34
	3.14 Kemi .....	34
	3.14.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	34
	3.14.2 Tarkkailutuloksia .....	37
	3.15 Rovaniemi .....	37
	3.15.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	37
	3.15.2 Tarkkailutuloksia .....	37
	3.16 Ivalo .....	39
	3.16.1 Hydrogeologiset olosuhteet .....	39
	3.16.2 Tarkkailutuloksia .....	39

4	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	40
5	YHTEENVETO.....	40
	KIRJALLISUUS .....	42
	LIITTEET .....	44
1	Urean ja glykolin käyttömäärät eri lentoasemilla vuosina 1975–1990.	
2	Sosiaali- ja terveyshallituksen talousveden terveydelliset laatuvaatimukset.	
3	Karttamerkkien selitykset	



# 1 JOHDANTO

Ureaa käytetään lentokenttien kiitoalueilla sulattamaan lumi- tai jääkerrokset kiitoradan pinnasta. Glykolia ruiskutetaan lentokoneiden siipiin, ohjauslaitteisiin ja runkoon niihin kertyneen jään poistoon ja jäätymisen ehkäisyyn.

Pohjavesiin ureaa ja glykolia huuhtoutuu sade- ja sulamisvesien mukana, kun auratut, ureaa sisältävät lumimassat ovat sulaneet kiitoteiden reunojen ulkopuolella. Maaperän ollessa hyvin vettä läpäisevää soraa tai hiekkaa pääsee ureapitoinen vesi näin tunkeutumaan kiitoalueilta pohjavesiin. Salaojitetuilla ja viemäröidyillä kentillä osa ureasta ja glykolista saadaan kerättyä hulevesien mukana hulevesiviemäriverkostoon, josta ne voidaan johtaa pohjavesialueiden ulkopuolella sijaitseviin imeytysaltaisiin. Osalla kenttiä hulevedet kuitenkin johdetaan lentoasemien laskuoihin ja maastoon, joista urea- ja glykolipitoiset vedet kulkeutuvat pintavesiin ja pääsevät myös imeytymään pohjavesiin.

Urea ja glykoli rehevöittävät vesiä ja kuluttavat hajotessaan veden happivarastoja. Happipitoisissa olosuhteissa kohoaa urean hajoamistuloksena pohjaveden nitraattipitoisuus. Kohonneet nitraattipitoisuudet ovat riski silloin, kun alueen pohjavettä käytetään talousvetenä. Pikkulapsilla voi nitraatista elimistössä muodostuva nitriitti aiheuttaa methemoglobinemian.

Lentokenttäalueiden urean ja glykolin käytön vaikutuksia pohjavesiin koskevaa esiselvitystä varten kerättiin piireissä jo valmiiksi olleet tiedot vesi- ja ympäristöhallitukseen. Selvitysmateriaalin pyyntökirjeet lähetettiin toukokuussa 1990, vastauslähetykset pyydettiin palauttamaan syyskuun 15. päivään mennessä 1990. Piireille lähetetyssä kirjeessä pyydettiin seuraavia asiakirjoja

- yleiskartta lentokenttäalueesta,
- näytteenottopisteet,
- maaperätiedot,
- urean ja glykolin levitystä koskevat tiedot,
- analyysitulokset ja
- vedenkorkeushavainnot.

Vastauskirjeitä saapui joulukuuhun 1990 mennessä 12 piiristä koskien 18 lentokenttää. Näistä otettiin mukaan tarkasteluun ne kotimaan reittiverkostoon kuuluvat 13 lentokenttää, jotka sijaitsevat vuosina 1977-82 tehdyssä tarkistustyössä yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeiksi määritetyillä pohjavesialueilla tai niiden välittömässä läheisyydessä. Mukana on myös kaksi puolustusvoimain käytössä olevaa lentokenttää ja yksi pienkenttä, jotka sijaitsevat yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeiksi määritetyillä pohjavesialueilla.

Vesi- ja ympäristöhallinnossa on vuosina 1988-1993 käynnissä pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusprojekti. On mahdollista, että osa nyt selvityksen ulkopuolelle jääneistä lentokentistä sijaitsee pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusprojektissa vedenhankintaa varten tärkeiksi tai vedenhankintaan soveltuviksi luokitetuilla pohjavesialueilla.

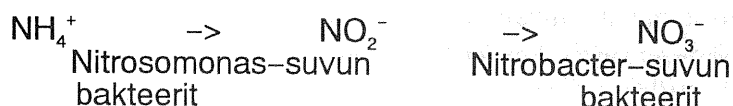
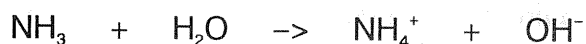
Asiakirjojen sisältämien tietojen määrät vaihtelivat huomattavasti, muutamilta kentiltä ei ollut saatavissa lainkaan kerättyjä analyysitulostietoja alueiden pohjavesistä. Muutamilta kentiltä saatiin käyttöön Ilmailuviranomaisten konsulteilla teettämiä urean ja glykolin käyttöä ja niiden vaikutuksia ympäristöön käsitteleviä selvityksiä. Analyysitietojen kattamissa ajanjaksoissa oli myös erittäin paljon vaihtelua. Jatkokseurantaa varten tulisi laatia lentokentille yhtenäinen näytteenottoaikataulu määritettävine analyyseineen.

## 2 UREAN JA GLYKOLIN KÄYTTÖ LENTOASEMILLA

### 2.1 Urea ja glykoli

Urea eli virtsa-aine (synteettinen hiilihappoamidi,  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ) on kemikaali, jota käytetään yleensä maaperän lannoitteena. Urealla on myös jäätä ja lunta sulattava ominaisuus ja se pystyy estämään jäätyminen käytännössä vielä  $-5^\circ\text{C}$ :ssa. Lentokentillä käytettävä urea on koostumukseltaan samaa kuin maatalousurea. Lähinnä kaupallisena nimikkeenä sillä on nimitys tekninen urea.

Kemialliselta luonteeltaan urea on heikko emäs, joka muodostaa happojen kanssa suoloja. Urean käytöstä johtuvat haitat ilmenevät yleisenä ympäristön rehevöitymisinä. Pohja- ja pintavesissä urean vaikutus näkyy typpipitoisuuksien kasvuna, urean vapauttaessa typen alkuvaiheessa ammoniakkinä. Luonnonvesissä ammoniakki on valtaosaltaan ammoniummuodossa, josta typpi hapettuu bakteeritoiminnan vaikutuksesta ensivaiheessa nitriitiksi ja edelleen nitraatiksi. Kasvillisuus kykenee yleensä käyttämään ravinteenaan sekä ammonium- että nitraattimuotoista typpeä. (Kuva 1)



Kuva 1. Urean hajoaminen olosuhteissa, jolloin vedessä on runsaasti liuennutta happea. (mm. Öhrn 1988)

Vesieliöstölle ja mikro-organismeille urea on myrkyllistä pitoisuuden ylittäessä 10 000 mg/l (Environmental 1985). Sosiaali- ja terveyshallitus on asettanut talousveden laatuvaatimuksissa enimmäispitoisuudeksi nitriitille 0,1 mg/l ja nitraatille 25 mg/l. Sosiaali- ja terveyshallituksen talousveden laatuvaatimuksissa ammoniumin enimmäispitoisuudeksi on määritetty 0,5 mg/l. (Lääkintöhallituksen yleiskirje nro 1977)

Ammoniumsuolojen myrkyllisyys on erittäin vähäistä ja sen merkitys veden terveydelliselle laadulle perustuu lähinnä sen mahdolliseen hapettumiseen nitraatiksi tai nitriitiksi sekä sen reagointiin desinfiointiaineena käytetyn kloorin kanssa. Nitriitin enimmäispitoisuus perustuu siihen, että sen esiintyminen talousvedessä on yleensä merkinä bakteeritoiminnasta joko vedenottamossa tai vesijohdoissa. Nitraatin aiheuttamat terveysriskit kohdistuvat lähinnä imeväisikäisiin lapsiin, joilla elimistössä nitraatista muodostuva nitriitti voi aiheuttaa häiriöitä veren punasolujen happiainenvaihduntaan (methemoglobinemia).

Glykoli (propyleeniglykoli,  $\text{CH}_3 \times \text{CHOH} \times \text{CH}_2\text{OH}$  ja etyleeniglykoli,  $\text{CH}_2\text{OH} \times \text{CH}_2\text{OH}$  ym.) on orgaanista ainetta, kemiallisesti alkoholia. Joutuessaan vesiympäristöön glykoli hajoaa nopeasti, mutta kuluttaa hajotessaan runsaasti happea. Pintavesissä glykoli vaikuttaa rehevöittävästi, mikä yleisimmin ilmenee vihreänä, pahanhajuisena limana vedessä. Vesianalyysissä glykolin vaikutus näkyy selvimmin  $\text{BHK}_{12}$ :n kulutuksen kasvuna. Glykoli ei aiheuta varsinaista terveydellistä haittaa, vaan ongelmat ovat lähinnä välillisiä johtuen glykolin hajoamisen aiheuttamasta runsaasta hapenkulutuksesta.

### 2.2 Urean käyttö kiitoteiden liukkaudentorjunnassa

Talviolosuhteissa käytetään kiitoteillä jäänsulatusaineita riittävän kitkatason saavuttamiseksi. Ilmaliikennettä harjoittavat yritykset pitävät kemiallista liukkaudentorjuntaa

kylmän ilmaston maissa lentoturvallisuuden kannalta välttämättömänä. Liukkaudentorjuntakemikaalina on käytetty yleisimmin ureaa, koska se ei aiheuta korroosiota lentokoneissa eikä himmennä muovisia sisältäviä pintoja (esim. lentokoneiden ikkunat). Lisäksi urea on sulatusominaisuuksiltaan kohtalaisen tehokasta eikä se ole kohtuuttoman kallista käyttää. Tavallisella tiesuolalla ( $\text{CaCl}_2$ ) on sen sijaan erittäin suuri metalleja ja tiivisteitä korroosioiva vaikutus. Myöskään hiekan käyttö ei ole mahdollista, koska se aiheuttaa vaurioita suihkumoottoreille. (Maasilta 1980, Hakunti 1990)

Lentokentillä ryhdyttiin käyttämään ureaa 60-luvun loppupuolella. Ureaa käytetään kiitoteilla, kun kiitotien pintaan on tarttunut huurretta tai kiinteä lumi- tai jääkerros, jonka poistaminen mekaanisesti auraamalla ja harjaamalla ei onnistu. Ureaa levitetään tavallisesti olosuhteista riippuen esim. Hallin lentokentällä 20–40 g/m<sup>2</sup> kiitotien 30–40 m leveälle keskikaistalle. Ohuet lumi- ja jääkerrokset sulavat ureakäsittelyn jälkeen kokonaan. Paksuihin kerroksiin urearakeet sulattavat reikiä, minkä jälkeen muodostuva urealiuos leviää jään ja päällysteen väliin irrottaen jääkerroksen. Tämän jälkeen voidaan syntynyt sohjo ja irtonainen jää harjata kiitotien reunoille. Lämpötilan laskiessa alle -4°C:een ei urea enää tehoa sulatusaineena. (Hakunti 1990)

Ureaa käytetään myös ennalta ehkäisevässä tarkoituksessa jäätävissä olosuhteissa (esim. alijäähtynyt vesisade tai kostean pinnan jäätyminen). Tällöin urealla saattaa olla vaikutusta vielä lähes -10°C:n lämpötiloissa. (Hakunti 1990)

Pääosa kiitoteille levitetystä ureasta kulkeutuu harjatessa sekä sade- ja sulamisvesien mukana kiitoteiden reunakaistoille ja näillä mahdollisesti olevien hulevesikaivojen kautta hulevesiviemäriverkostoon ja lentoasemien laskuoihin ja maastoon. Osa ureasta joutuu kiitoteilta poistettavien lumen ja sohjon seassa kiitoteiden reunojen ulkopuolella oleville nurmialueille, ns. kiitoalueille, joille lumi kiitoteiden reunoilta lingotaan. Maaperän ollessa hyvin vettä läpäisevää soraa tai hiekkaa pääsee ureapitoinen vesi näin tunkeutumaan sekä kiitoalueilta että osittain myös laskuojista lentokenttälueen pohjavesiin. (Hakunti 1990)

## 2.3 Glykolin käyttö lentokonekaluston jään poistamiseen ja jäätyksen estoon

Glykolia käytetään lentokoneiden siipiin, ohjauslaitteisiin ja runkoon kertyneen jään poistamiseen ja jäätyksen ehkäisyyn. Sitä ruiskutetaan n. 80°C ja korkeintaan 50 % vesiliuoksena. Glykolia on ryhdytty käyttämään 70-luvun alussa. Sen korvaamista muilla aineilla tai menetelmillä on tutkittu paljon, mutta toistaiseksi tuloksetta. Glykolin käyttöä on kuitenkin esim. Helsinki–Vantaan lentoasemalla pystytty oleellisesti vähentämään käyttämällä laimeampia seoksia ja kuumavesikäsittelyä. Ilmaliikennettä harjoittavat yritykset pitävät glykolin tai vastaavan sulatusaineen käyttöä lentoliikenteen ja lentoturvallisuuden kannalta välttämättömänä. (Maasilta 1980)

Glykolin aiheuttama suurin jätevesikuormitus ajoittuu kevääseen ja syksyyn, keväällä erityisesti lumen sulamisen aikaan. Glykolin aiheuttama jätevesikuormitus ilmenee analyyseissä etupäässä BHK<sub>7</sub>:n kulutuksen kasvuna (BHK<sub>7</sub>= biologinen hapenkulutus).

Lentoasemat kirjaavat käytetyt urean ja glykolin määrät. Lentoasemilla on pyritty myös seuraamaan ureasta ja glykolista johtuvia haittavaikutuksia mm. näytteenotoin. (Maasilta 1980)

## 2.4 Muut kemialliset liukkaudentorjunta-aineet

Urean käytöstä lentokenttien liukkaudentorjunnassa aiheutuvat ympäristöhaitat ovat olleet yleisemmän huomion kohteena Suomessa ja ulkomailla vasta muutaman vuoden. Parhaillaan on kehitteillä ja kokeiltavana uusia kemiallisia jäänsulatusaineita, joilla pyritään nimenomaan välttämään nykyisten aineiden kaltaiset haittavaikutukset

ympäristölle. Uuden kemikaalin on kuitenkin läpäistävä lähes kymmenen erilaista lentokonevalmistajien korroosio- ym. testiä. Aineen on lisäksi täytettävä työturvallisuusviranomaisten vaatimukset, eikä se saa olla vaaraksi ympäristölle. Aineen tulee hajota luonnossa vaarattomiksi aineosiksi. Kaikki vaatimukset täyttävän tuotteen kehittäminen on osoittautunut vaikeaksi. (Hakunti 1990)

1980-luvun lopulla saatiin lupaavia tuloksia USA:ssa kehitetystä kalsiummagnesiumasetaatista (CMA), jota USA:ssa käytetään suolan sijasta mm. maantiesilloilla. Esimerkiksi Englannissa tehdyissä testeissä on kuitenkin todettu, että CMA aiheuttaa liiaksi korroosiota lentokonemetalleille, eikä sopivaa korroosionestoainetta ole toistaiseksi löydetty (Hakunti 1990). CMA:n hajoaminen kuluttaa vedestä runsaasti happia. Pohjaveteen joutuessaan 10 mg/l CMA:ta aiheuttaa lähes 4 mg/l happipitoisuuden aleneman. Jos CMA ei ehdi hajota ennen vesilaitokselle joutumista, voi se aiheuttaa voimakasta bakteerikasvua verkostossa. (Tielaitos 1992)

Kaliumasetaatin pohjalta on Englannissa kehitetty liukkaudentorjuntakemikaali, jonka kaupanimenä on Clearway 1. Tuotteen valmistajana on British Petroleum Chemicals. Englannin puolustusministeriö on testeissään todennut aineen vaarattomaksi lentokonemateriaaleille. Myös mm. Lufthansan ja SAS:n sekä Ruotsin ja Norjan ilmavoimien teettämässä korroosiotesteissä aine on todettu vaarattomaksi. (Hakunti 1990)

Clearway 1:tä kokeiltiin talvella 1990 Helsinki-Vantaan lentoasemalla varsin huomattavia määriä (yhteensä n.40 tonnia), ja tähän mennessä aineen käytöstä saadut kokemukset ovat olleet Ilmailulaitoksen mielestä myönteisiä. Vastaavanlaisia kokeiluja oli talven 1990-91 aikana käynnissä myös mm. Ruotsin, Norjan ja Saksan lentoasemilla. Koska Clearway 1 on nestemäisessä muodossa, se ei voi kokonaan korvata ureaa, mutta soveltuu ohuen jääkerroksen ja huokoisen lumi- tai jääpolanteen poistamiseen sekä ennaltaehkäisevään käsittelyyn. (Hakunti 1990)

Vastaava liukkaudentorjuntakemikaali on myös länsisaksalainen Hoechst AG:n kehittämä nestemäinen Hoechst 1678. Se sisältää dietyleniglykolia, propyleniglykolia ja korroosionestoainetta. Tuotteen kaikki aineosat kuuluvat länsisaksalaisen uusimman virallisen luokittelun mukaan vesistöjen kannalta vaarallisuusluokkaan 0. Hoechst 1678 nestettä on muutamia vuosia käytetty ureaa täydentämässä joillakin Keski-Euroopan lentokentillä. Nestemäiset kemikaalit soveltuvat kuitenkin paremmin leutoon ilmastoon, missä paksua kovaa jääkerrosta esiintyy harvemmin kuin esimerkiksi Suomen oloissa. (Hakunti 1990)

Sekä Clearway 1:n että Hoechst 1678:n tunnettu ympäristöhaitta on niiden biologisessa hajoamisessa tapahtuva hapenkulutus. Uusien aineiden käyttöönottoprosessi vie erilaisten käyttöolosuhteiden vuoksi kokeiluvaiheessaan ainakin 2-3 talvea. Nestemäisten kemikaalien käytön on Suomen olosuhteissa todettu olevan vaikeaa ja sisältävän tietyissä olosuhteissa riskitekijöitä. Levitettäessä nestemäistä kemikaalia kiinteään jääkerroksen päälle, syntyy erittäin liukas pinta ja lentoliikenne käy mahdottomaksi. (Hakunti 1990)

Syksyllä 1992 tulivat markkinoille edellisten nesteiden valmistajilta rakeiset liukkaudentorjuntatuotteet, Hoechstilta Safeway SD ja BP Chemicalsilta Clearway 2s. Molemmat rakeiset tuotteet ovat natriumasetaatipohjaisia. Hankintahinnaltaan asetaatit ovat ureaa 4-6 kertaa kalliimpia, mutta tehovaikutus huomioon ottaen noin 2-3 kertaa kalliimpia. Asetaattien ympäristövaikutuksista tunnetaan niiden hajoamisessa tapahtuva hapenkulutus. Ilmailulaitoksen selvityksessä asetaattien hapenkulutus mainitaan noin kolmasosaksi urean vastaavasta painoyksikköä kohden laskettuna. (Ilmailulaitos 1992)

### 3 HAVAINTOJA UREAN JA GLYKOLIN KÄYTÖN VAIKUTUKSISTA ERÄIDEN LENTOKENTTÄALUEIDEN POHJAVESIIN

#### 3.1 Helsinki–Vantaa

##### 3.1.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Helsinki–Vantaan lentoasema sijaitsee Lentoaseman (01 914 04) tärkeän pohjavesialueen länsipuolella. Osa kiitoratojen reuna-alueista ulottuu tärkeän pohjavesialueen muodostumisaluetta ympäröivälle reunavyöhykkeelle. Alueella sijaitsee lentoaseman pohjavedenottamo, jossa vedenotto on vuonna 1989 ollut keskimäärin 890 m<sup>3</sup>/d.

Lentoaseman tärkeä pohjavesialue on osa laajempaa reunamuodostumasysteemiä, joka on syntynyt suureen kallioperän murrokseen. Esiintymä on tasoittunut ja osittain uudelleen kerrostunut. Alue muodostaa kalliomäkien reunustaman laajan altaan, jota leikkaa lähes pohjois-eteläsuuntainen kallioperän murroslaakso. Parhaiten vettä johtavia kerrostumia tavataan ruhjeen kohdalla, jossa hiekka-sora-kerrostumien paksuus on 15–20 m pohjavedenpinnan alapuolella. Alavimmilla kohdin läpäisevä aine on savi- ja silttikerrosten peitossa. Lajittuneet vettäjohtavat kerrokset ulottuvat todennäköisesti lentokentän länsipuolelle saakka. Kallioperän korkeuseroista ja maaperän vaihtelevuudesta johtuen muodostumaa voidaan pitää kokonaisuudessaan epähomogeenisena. (Hev 1981)

##### 3.1.2 Tarkkailutuloksia

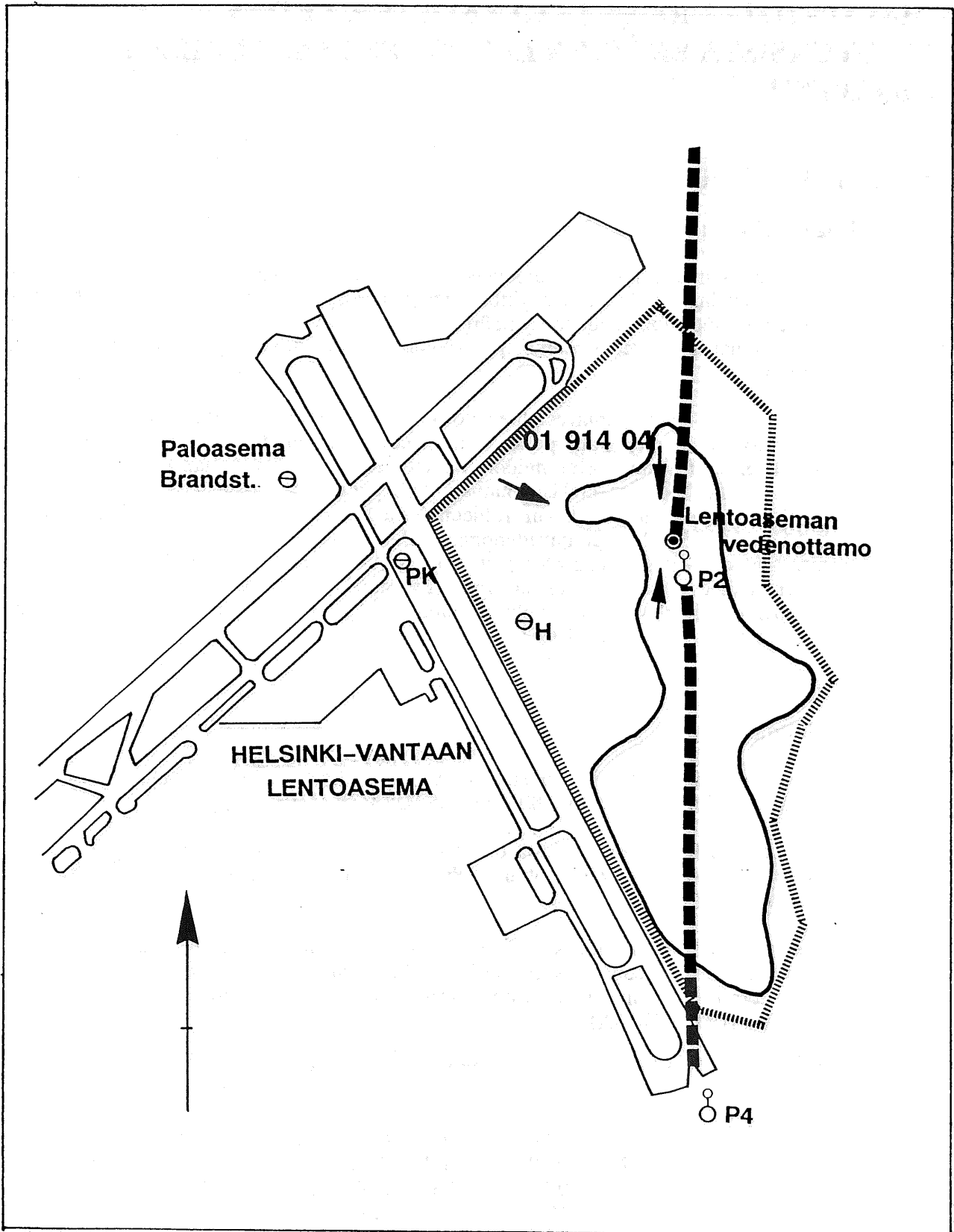
Urean käyttömäärät ovat vuosina 1975–1990 olleet 100–312 t/vuosi. Vastaavana aikana on glykolia käytetty 100 000–848 727 l/vuosi. (Liite 1)

Lentokenttäalueen pohjavedestä on otettu mukaan näytteitä 2 pohjavesiputkesta (P2 ja P4), 3 pohjavesikaivosta (ottamo, PK ja H) sekä sää- ja paloaseman porakaivosta (kuva 2, taulukko 1).

Taulukko 1. Vedenlaatu keskiarvoina Lentoaseman(01 914 04) tärkeällä pohjavesialueella. Näytteenottoajanjakso 1981–90. n= näytteiden lukumäärä, \*= analysoitu vain kerran, \*\*= analysoitu vain kerran ja pitoisuus ilmoitettu vapaan hiilihapon määränä (CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	14	2,9	0,0	0,00	0,00	30*	8,0*	26,0
PK	4	3,7	96,0	0,01*	0,10			32,9
H	9	4,5	97,8	0,03	0,00	73**		45,1
P2	1	3,0	19,0	0,01	0,00			22,3
P4	1	15,0	0,0	0,15	0,00			33,7
PORAK.	2	5,1	3,1	0,00	0,00			8,6

Lentokenttäalueen itäpuolella, tärkeällä pohjavesialueella sijaitsevat havaintopisteet H, ottamo ja P2.



Kuva 2. Helsinki-Vantaan lentoaseman sijainti Lentoaseman tärkeän pohjavesialueen (01 914 04) välittömässä läheisyydessä. Mittakaava 1:20 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

Pohjavesikaivo H sijaitsee kiitoalueella noin 100 m etäisyydellä II-kiitoradasta. Nitraattipitoisuus on kaivossa H ollut vuosina 1981–1990 42–148 mg/l. Vapaan hiilihapon pitoisuus on ainoalla mitatulla näytteenottokerralla vuonna 1981 ollut 73 mg/l.

Pohjavesiputki P2 sijaitsee noin 1 km päässä kiitoradoista.

Lentoaseman vedenottamolta vuosina 1981–1989 otetuissa näytteissä ovat typpipitoisuudet ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$  ja  $\text{NO}_3$ ) olleet aina alle määrittämisrajojensa. Vapaan hiilidioksidin määrä on mitattu kerran vuonna 1985, jolloin pitoisuus oli 30 mg/l. Matkaa kiitoradoilta ottamolle on noin 700 m.

Pääkiitotien ja II-kiitotien risteyskohdan välittömässä läheisyydessä, risteyskohdan eteläpuolella, sijaitsee vanha pääkaivo PK. Risteyskohdasta 200 m länteen sijaitsee sää- ja paloaseman porakaivo.

Vanhasta pääkaivosta, PK, otetuissa vesinäytteissä ei ole havaittu ureaa. Ammoniumpitoisuus on vuosina 1989–1990 ollut 0,02–0,21 mg/l. Nitraattityppipitoisuus on sen sijaan ollut hyvin korkea, 76–110 mg/l.

Sää- ja paloaseman porakaivosta vuosina 1983 ja 1986 otetuissa näytteissä on ollut nitraattia 2,8–3,4 mg/l. Nitriittiä ja ammoniumia ei vedessä ole havaittu. Porakaivon syvyyttä ei aineistossa ole annettu.

II-kiitoradan kaakkoispään välittömässä läheisyydessä sijaitsee havaintoputki P4. Vuonna 1990 otetussa vesinäytteessä on ollut ureaa 0,04 mg/l ja nitriittiä 0,15 mg/l. Ammoniumia ja nitraattia ei putkesta otetussa pohjavedessä ollut. Putken P4 veden rautapitoisuus oli 7,8 mg/l ja mangaanipitoisuus 0,27 mg/l. Kaliumpermanganaattiluku oli 15 mg/l.

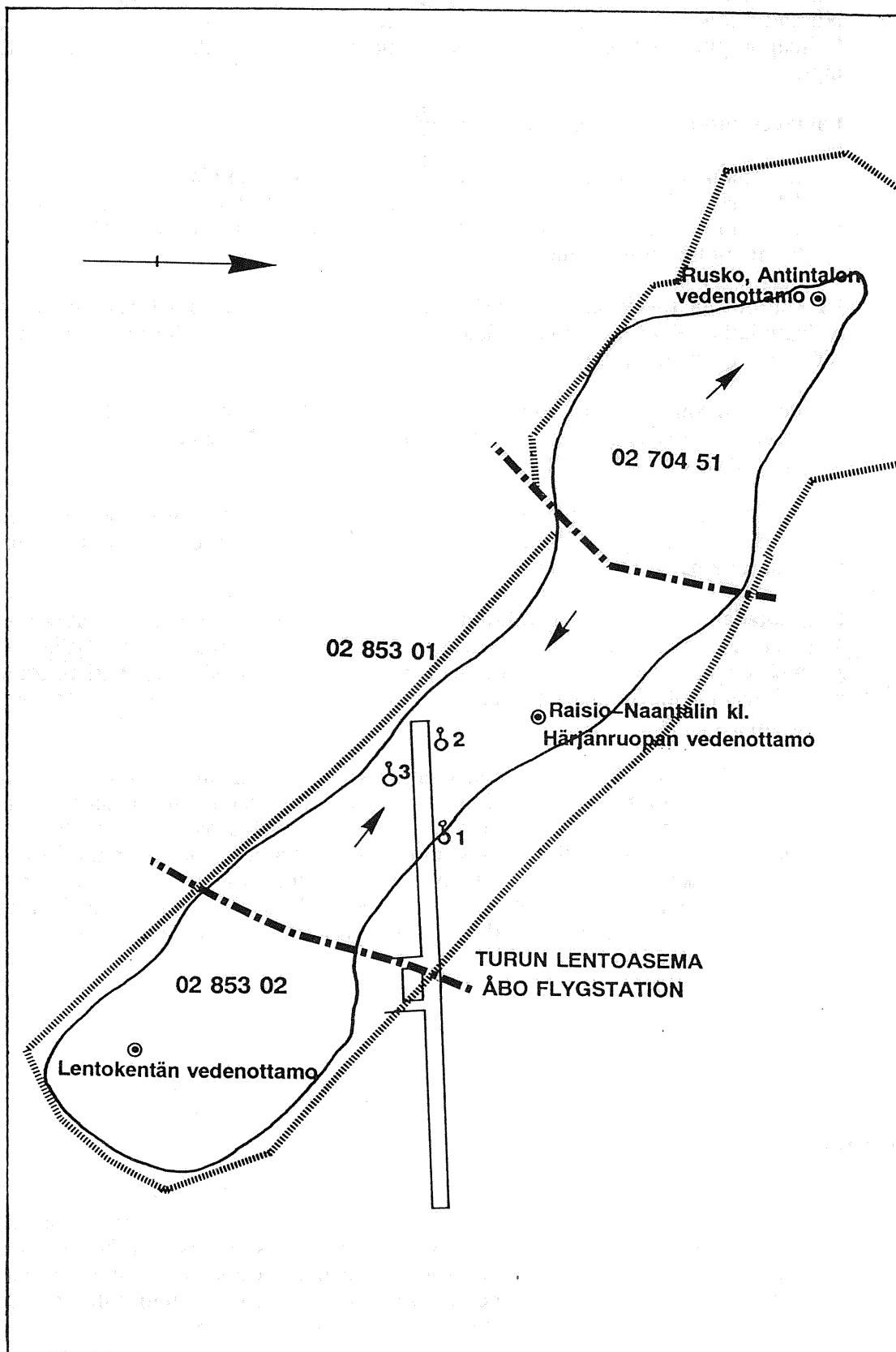
Urean käytön vaikutukset näkyvät selvimmin kiitoalueiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla kaivoilla PK ja H. Kaivon PK nitraattipitoisuustaso on seuranta-aikana ollut keskimäärin 96,0 mg/l ja kaivon H taso 97,8 mg/l. Koska pohjavedet virtaavat lentoaseman vedenottamolle pohjoissuunnasta ei ottamalla ole havaittavissa lentokenttäalueella käytetyn urean ja glykolin vaikutuksia. Aivan ottamon läheisyydessä sijaitsevaan pohjavesiputkeen P2 virtaavat vedet etelästä eli osittain myös lentokentän alueelta. Pohjavesiputken P2 kohdalla voidaan havaita, että pohjaveden nitraattipitoisuus on kohonnut arvoon 19 mg/l.

## 3.2 Turku

### 3.2.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Turun lentoasema sijaitsee Munittulan (02 853 01) tärkeällä pohjavesialueella. Munittulan pohjavesialue on osa luode-kaakkosuuntaista, melko hajanaista pitkitäisharjumuodostumaa. Alueella on vuorottaisia hiekka- ja sorakerroksia, joita myöhempi geologinen kehitys on muokannut uudelleen. Tämän takia alueen reunaosilla on rantakerroksen luonne. Kallioperän kumpuilu saattaa jakaa muodostuman useisiin pohjavesialtaisiin. Harju on tyypiltään antiklininen. (Tuv 1982)

Pohjaveden päävirtaussuunta on kaakosta luoteeseen, lentokentän alueelta kohden Raision–Naantalintalon kuntainliiton Härjänruopan pohjavedenottamo. Toinen pohjaveden virtaussuunta kulkee kiitoradan suuntaisena yhtyen päävirtaussuuntaan (kuva 3) (Maa ja Vesi Oy 1986). Härjänruopan ottamalla on kolme pohjavesikaivoa, joista saatavaa vettä käytetään raakavetenä Raision–Naantalintalon (pinta)vesilaitoksella. Pohjaveden ottomäärät ovat vaihdelleet voimakkaasti vuosina 1985–86. Vuodesta 1987 lähtien on vedenotto ollut tasaisempaa keskimäärin 1000 m<sup>3</sup>/d.



Kuva 3. Turun lentoasema ja ympäröivät tärkeät pohjavesialueet. Mittakaava 1:25 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.



### 3.2.2 Tarkkailutuloksia

Turun lentoasemalla on vuosina 1975–1985 käytetty ureaa vuosittain 34–140 tn. Glykolin käyttömäärät ovat vuosien 1976–1978 aikana olleet 8 150–11 000 l. (Liite 1)

Lentokenttäalueen itäpuolelta johdetaan pintavesiä salaojia pitkin purkuputken kautta sekä avo-ojia myöten lentokenttäalueen itäpuolella virtaavaan Piipanojaan. Lento-kenttäalueen länsipuolen pintavesiä johdetaan sala-ojastoja sekä avo-ojia pitkin länsipuolella sijaitsevaan Kuninkojaan. (Maa ja Vesi Oy 1986)

Raisio-Naantalin kuntainliiton Härjänruopan pohjavedenottamo sijaitsee kiitoalueis-ta 500 m luoteeseen. Ottamolla on käytössä kolme pohjavesikaivoa K1, K2 ja K3. Ottamon veden laadusta on saatu tiedot syksyltä 1985.

Taulukko 2. Vedenlaatu keskiarvoina Turun lentoaseman lähialueen pohjavedessä. n= analyysointikertojen lukumäärä, \*= analysoitu vain kerran.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
HP1	5	4,2	35,7	2,86	5,24		0,5	55,2
HP2	7	33,6	0,9	0,08	0,80		0,9	25,5
HP3	7	5,6	0,4	0,05	0,08		0,0	32,3
K1	15		63,5	0,00	0,28			
K2	15		40,4	0,00	0,32			
K3	13		9,5	0,00	0,02			

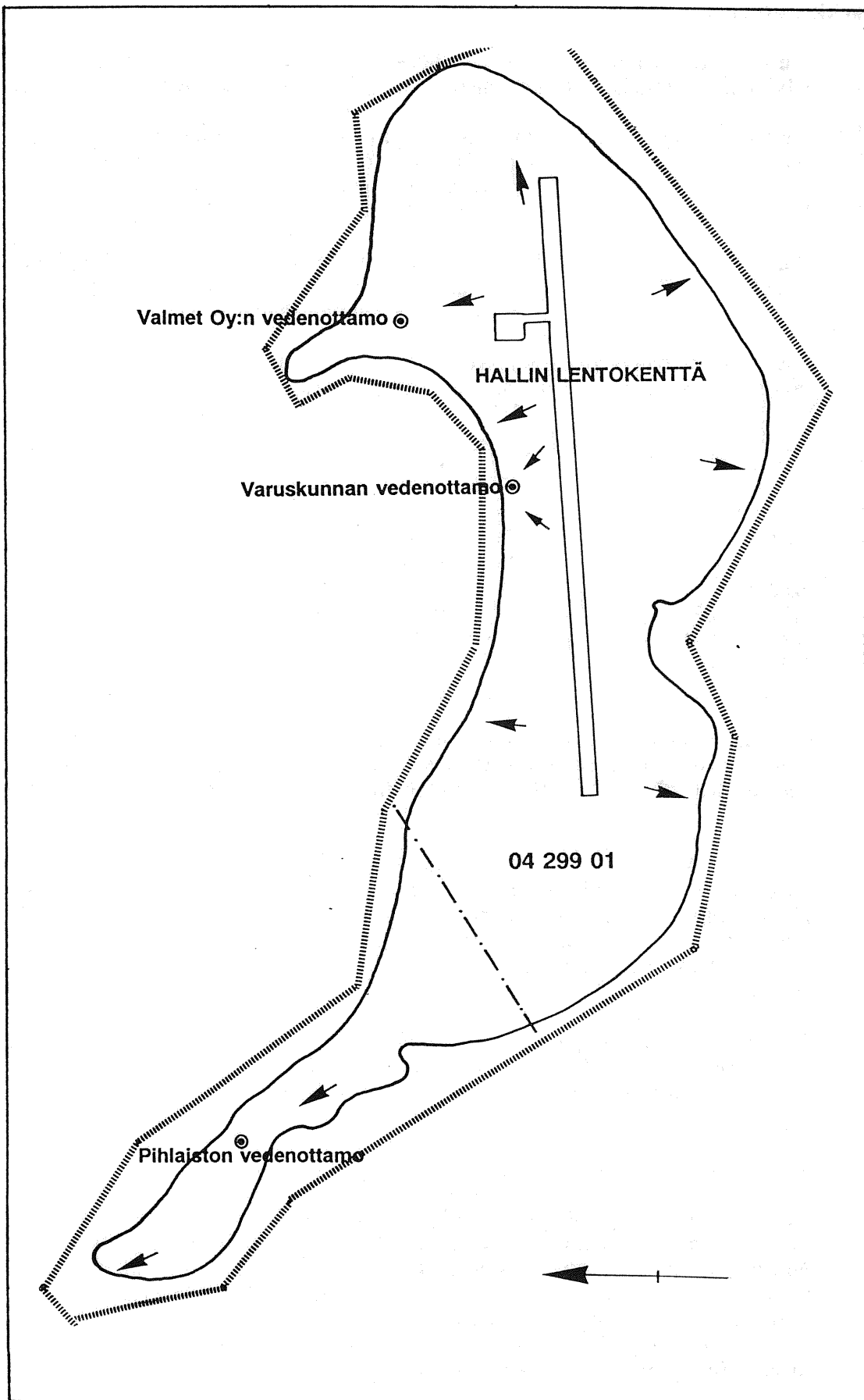
Kaivon 1 vedessä esiintyy runsaimmin typpiyhdisteitä, syksyn 1985 aikana oli kaivon raakavedessä nitraattia keskimäärin 63,5 mg/l. Myös kaivossa 2 nitraattipitoisuus, keskimäärin 40,4 mg/l, ylittää Lääkintöhallituksen terveydellisen laatuvaatimuksen 25 mg/l.

Ilmailulaitoksen vuonna 1991 teettämässä Turun lentokentän urean levityksen vaikutuksia käsittelevässä esiselvityksessä todetaan nitraatin määrän vuodesta 1987 lähtien jonkin verran alentuneen ja aiemmin havaittujen voimakkaiden vaihtelujen jonkin verran tasaantuneen. Vuonna 1990 on nitraatin määrä jälleen lisääntynyt kaikissa kaivoissa, ollen kaivon 1 vedessä korkeimmillaan yli 50 mg/l. (TSP-suunnittelu Oy 1991)

Lentokenttäalueella sijaitsee kolme pohjaveden havaintoputkea (kuva 3). Pohja-vesiputkien veden laadusta on saatu tiedot vuosilta 1985–1990. Pohjavesiputkessa HP1 on nitraattipitoisuus ollut keskimäärin 35,7 mg/l, Nitriittipitoisuus keskimäärin 2,86 mg/l ja ammoniumpitoisuus keskimäärin 5,24 mg/l.

Turun lentokentän alueella sekä Härjänruopan pohjavedenottamolla ovat pohjaveden typpipitoisuudet kohonneet yli sosiaali- ja terveyshallituksen antamien talousveden terveydellisten laatuvaatimusten. Pohjavesiputkessa HP1 on ammoniumpitoisuus ollut yli 10-kertainen sosiaali- ja terveyshallituksen laatuvaatitukseen 0,5 mg/l verrattuna. Nitriittipitoisuus on pohjavesiputkessa HP1 ollut lähes 30-kertainen sosiaali- ja terveyshallituksen terveydelliseen laatuvaatimukseen 0,1 mg/l verrattuna. Nitraatti-pitoisuudet ylittävät sosiaali- ja terveyshallituksen raja-arvon 25 mg/l sekä putkessa 1 että Härjänruopan vedenottamon kaivoissa 1 ja 2. Syynä kohonneisiin typpi-pitoisuuksiin on mitä todennäköisemmin urean käyttö lentokenttäalueella.

Turun lentokentän alueella on liukkaudentorjuntakemikaalien suotautumista pohjave-teen pyritty estämään tiivistämällä ja viemäroimällä kiitoalueen reunat. Turun vesi- ja ympäristöpiirin kanta on, että kemikaalien suotautuminen on näillä toimenpiteillä saatu lähes kokonaan estettyä. Aiempien vuosien urean käytöstä johtuvien kohonnei-den typpipitoisuuksien laimeneminen pohjavedestä tulee kuitenkin kestäämään kymmeniä vuosia.



Kuva 4. Puolustusvoimain Kuoreveden Hallin lentokentän sijainti Hallinkankaan tärkeällä pohjavesialueella (04 299 01) nähden. Mittakaava 1:25 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

### 3.3 Halli-Kuorevesi

#### 3.3.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Kuoreveden Hallin lentokenttä sijaitsee Hallinkankaan tärkeällä pohjavesialueella (04 299 01). Hallinkangas on osa Näsijärven-Jyväskylän reunamuodostumaa. Aines on alueella hyvin vaihtelevaa. Lentokenttäalueen pohjoisreunalla, varuskunnan vedenot-tamon alueella aines on pinnassa hietaa vaihtuen karkeaksi hiekaksi, joka ulottuu ainakin 12,5 m pohjaveden pinnan alapuolelle. Pohjavedet purkautuvat kohti alueen reunaosia. (Tav 1981)

Puolustusvoimien Hallin varuskunnan ottamo sijaitsee 200 m kiitoradan pohjoispuo-llella (kuva 4). Pohjaveden virtaus suuntautuu ottamon läheisyydessä kiitoradalta ottamoon päin. Vuonna 1988 on vettä otettu keskimäärin 185 m<sup>3</sup>/d.

Hallin lentoaseman pääasiallinen käyttäjä on ilmavoimat. Kenttää käytetään myös Valmet Oy koelentotoimintaan, yleisilmailun koululentoihin ja kevytreittiliikenne-toimintaan.

#### 3.3.2 Tarkkailutuloksia

Hallin lentokentällä on vuosina 1975–1989 käytetty ureaa vuosittain 3 – 23.4 tonnia. Keskimäärin käytetään talvikautena 14.3 tonnia ureaa. Glykolin käytöstä ei Hallin kentän osalta ole saatu tietoja. (Liite 3)

Lentokentän kiitoalueella, 200 m päässä ottamosta käytetty urea on nostanut pohjaveden nitraattipitoisuuden keskimäärin tasolle 24 mg/l. Ajoittain nitraattipitoisuus (vaihteluväli 14–34 mg/l) ylittää sosiaali- ja terveyshallituksen talousvedelle antaman raja-arvon 25 mg/l. Glykolin käytön vaikutuksia ei Hallin varuskunnan ottamon vedessä ole havaittavissa.

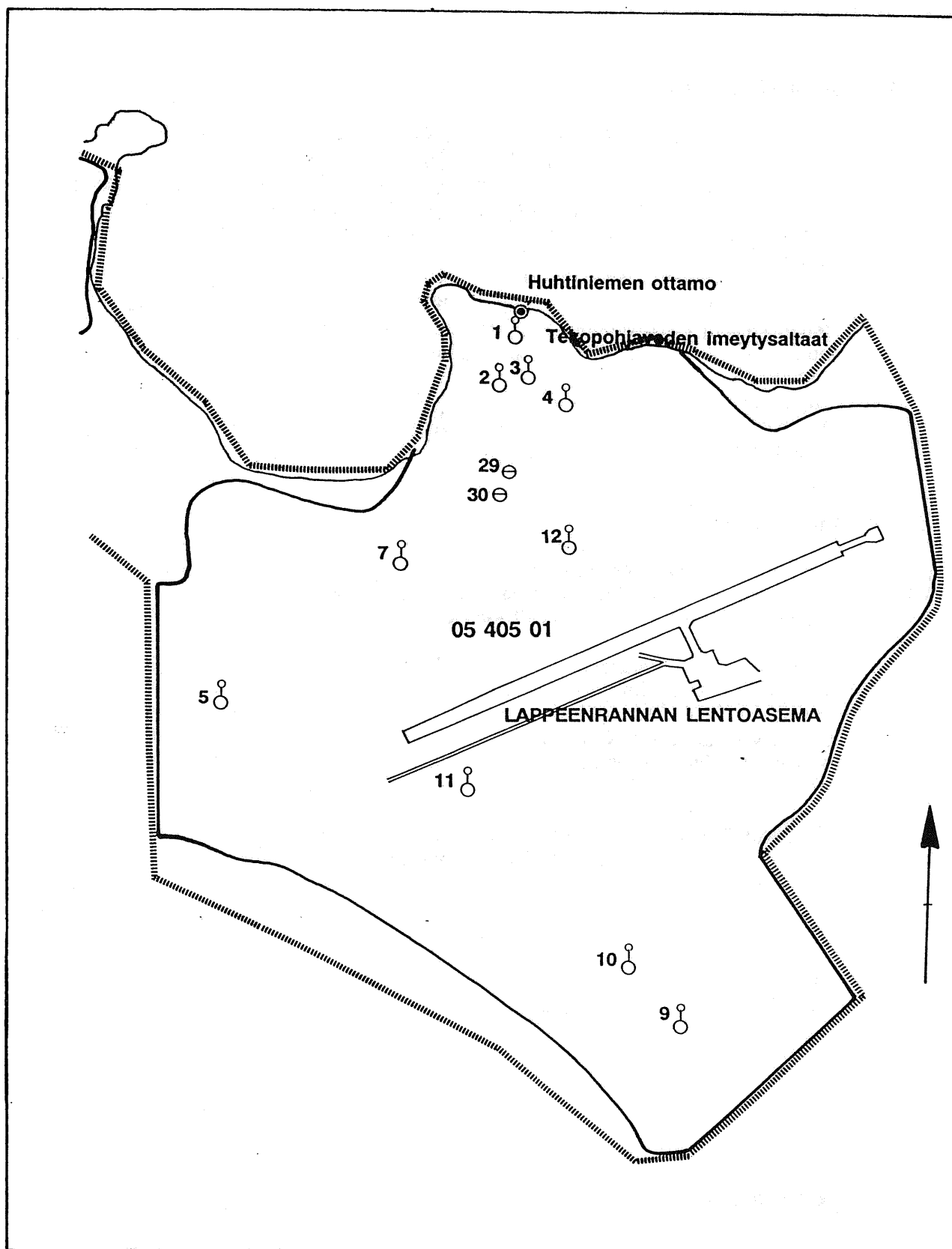
Taulukko 3. Vedenlaadun keskiarvot varuskunnan ottamon raakavedessä Hallinkankaan tärkeällä pohjavesialueella 04 299 01. Havainnot vuosilta 1985–1988. n= havainto-jen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	20	1,8	24,3	0,00	0,00			12,4

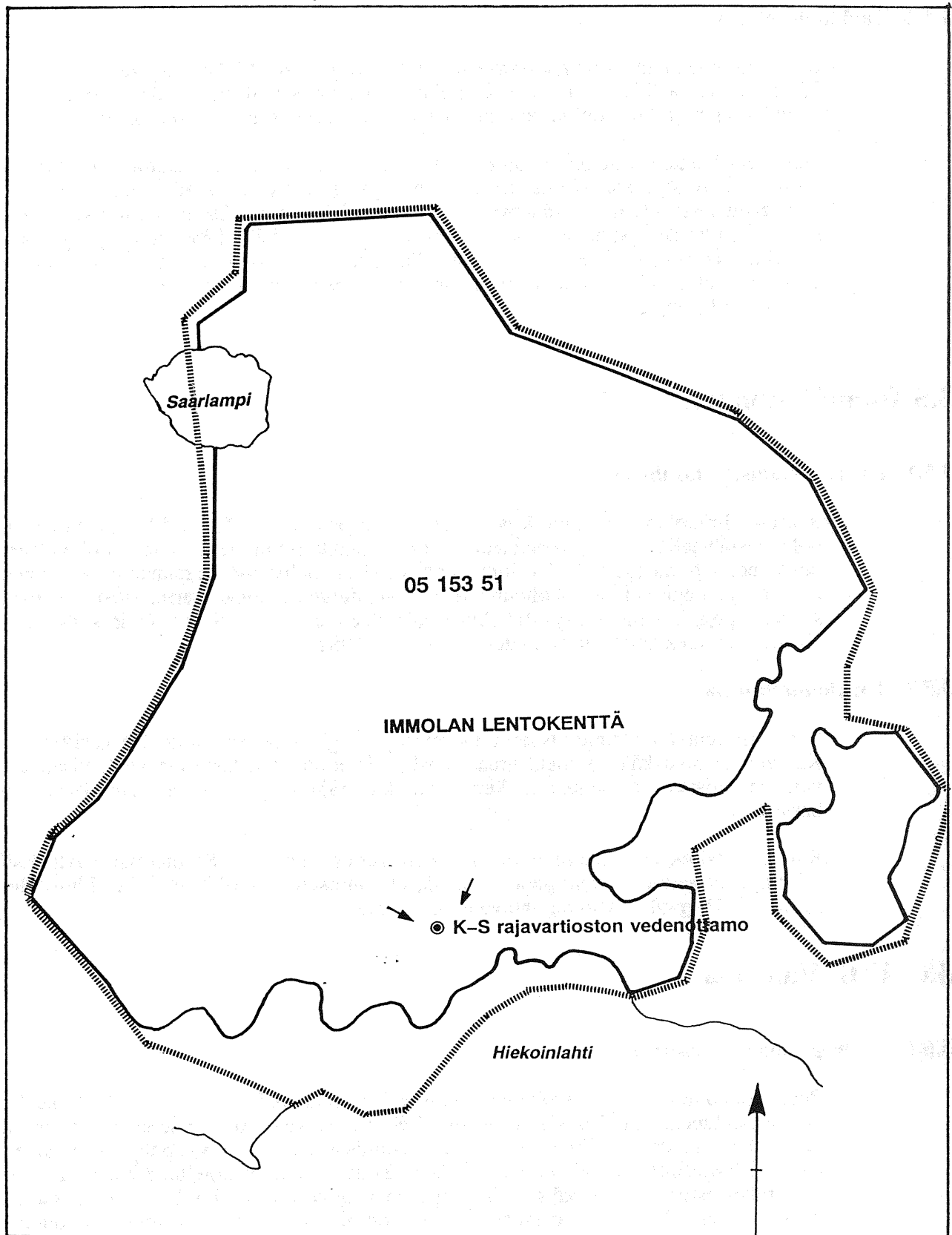
### 3.4 Lappeenranta

#### 3.4.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Lappeenrannan lentoasema sijaitsee Huhtiniemen (05 405 01) tärkeällä pohjavesialu-eella. Pohjavesialue on osa I Salpausselkään kuuluvaa reunamuodostumaa. Aines on alueella paksusti kerrostunutta soraa ja hiekkaa. Lentokentän kohdalla aines on pintaosiltaan hienoa hiekkaa ja silttiä. Alueen pohjavedet purkautuvat pohjoisessa Saimaaseen, eteläreunalla Lavolassa runsaina lähteinä (Kyv 1982). Lappeenrannan kaupungin Huhtiniemen tekopohjavesilaitos sijaitsee noin 1.5 km lentokenttäalueesta pohjoiseen (kuva 5). Muodostuneen tekopohjaveden keskimääräinen kulutus on 1988–1991 ollut 9696–19998 m<sup>3</sup>/d (Vesilaitosrekisteri 1992).



Kuva 5. Lappeenrannan lentoaseman sijainti Huhtiniemen tärkeällä pohjavesialueella (05 405 01). Mittakaava 1:25 000. Karttamerkkien selitykset ovat liitteessä 3.



Kuva 6. Imatran Immolan lentokentän sijainti Vesioronkankaan tärkeällä pohjavesialueella (05 153 51). Mittakaava 1:25 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

### 3.4.2 Tarkkailutuloksia

Lappeenrannan lentoasemalla on vuosina 1975–78 ja 1985–90 käytetty vuosittain 11 – 32 tn ureaa ja 120 – 1314 l glykolia. Glykolia kuluu 50 – 70 l/käyttökerta. Ylimääräinen glykoli joutuu osin maaperään, osin sadevesiviemäriin. (Liite 1)

Pohjaveden analyysitietoja ei alueelta ole saatu, vaikka alueella kartan mukaan on useita pohjavesiputkia. Huhtiniemen tekopohjavesilaitokselta saadut tiedot kertovat vain Saimaasta otettavan raakaveden laadun sekä vesilaitoksella käsitellyn veden laadun. Tärkeiden pohjavesialueiden kansiossa on vuodelta 1980 tiedot pohjavesialueella sijaitsevan lähteen Q3 vedestä (lähdettä ei ole merkitty kartoille). Lähteen vedessä ovat tyyppiyhdisteiden määrät hyvin alhaisia, myös hiilidioksidin määrä on vähäinen (4.2 mg/l).

## 3.5 Immola–Imatra

### 3.5.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Imatran Immolan lentokenttä sijaitsee Vesioronkankaan (05 153 51) tärkeällä pohjavesialueella. Pohjavesialueella on Kaakkoi–Suomen rajavartiolaitoksen pohjavedenotamo (kuva 6). Vesioronkangas on osa I Salpausselän reunamuodostumaa. Alue on geologisesti kalliokohoumien reunustama delttä, jonka kerrospaksuudet ovat suuret ja pohjavedenpinta syvällä. Aines vaihtelee itäreunan karkeasta kivisestä sorasta länsireunan hiekkavaltaiseen materiaaliin. (Kyv 1982)

### 3.5.2 Tarkkailutuloksia

Immolan kentällä ei ilmoituksen mukaan käytetä glykolia lentokoneiden käsittelyyn. Kentälle ei myöskään levitetä ureaa, koska lentotoimintaa harrastetaan talvisikaan vain suotuisissa olosuhteissa kunnossapidon rajoittuessa lumen auraukseen ja harjaukseen.

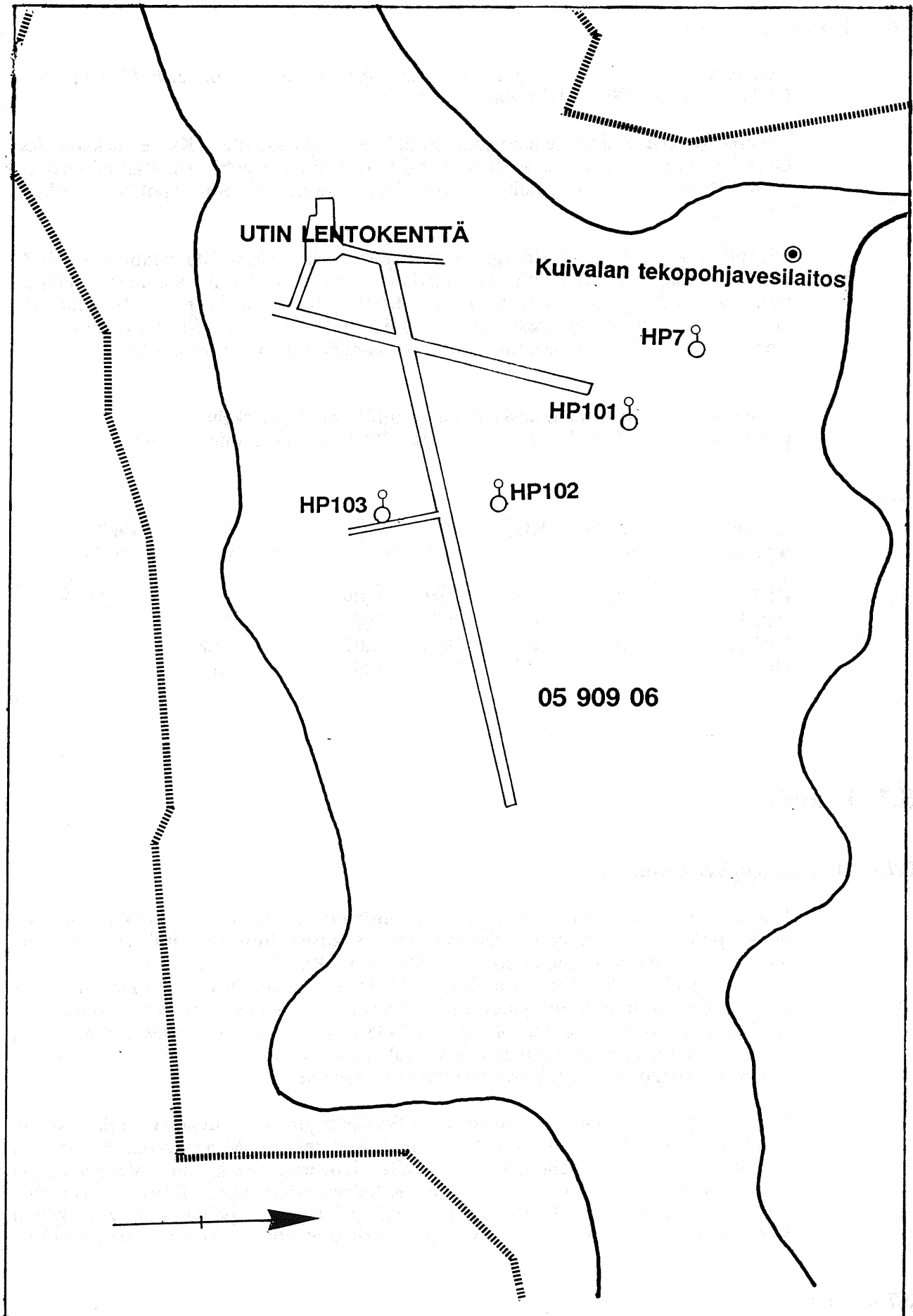
Rajavartiolaitoksen vedenottamon raakavedessä oli vuonna 1981 otetussa näytteessä 1,5 mg/l nitraattia. Happitilanne oli hyvä,  $O_2$ -pitoisuus oli 10,2 mg/l. Hiilidioksidin määrä oli 18 mg/l ja sähkönjohtavuus oli 12 mg/l.

## 3.6 Utti–Valkeala

### 3.6.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Puolustusvoimien Utin lentokenttä sijaitsee Valkealassa Utin (05 909 06) tärkeällä pohjavesialueella. Pohjavesialue on osa I Salpausselkää. Alue muodostuu kahdesta laaja-alaisesta deltasta. Pohjaveden muodostumisalueeseen liittyy pohjoissuuntainen pitkittäisharjuliittymä Kuivalassa, lentokenttäalueen pohjoispuolella. Alueen hiekkaja sorakerrostumat ovat paksuja ja pohjaveden pinta on syvällä 20–30 m paksujen maakerrosten alla. Aines on muodostuman pohjoispuolella karkeaa soraa hienontuen alueen eteläpuolella hienohiekkasta karkeaan hiekkaan. Välikerroksina esiintyy lajittumattomia moreenikerroksia. Kuivalan alueen pohjoisosissa kallionpinta on tasossa +40 mpy nousten 6-tien eteläpuolella tasolle +75–+80 mpy. (Kyv 1982)

Lentokentän alueelta pohjavedet purkautuvat pääosin eteläreunan soille ja itään Haukkajärven–Haukkasuon ruhjeeseen. Lentokenttä–alueen pohjoispuolen vedet voivat suotaautua pohjoiseen kohden Kuivalan tekopohjavesialuetta.



Kuva 7. Puolustusvoimain Utin lentokentän sijainti Utin tärkeällä pohjavesialueella (05 909 06). Mittakaava 1:20 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

### 3.6.2 Tarkkailutuloksia

Utin lentokentällä on vuosina 1975–78 ja 1985–89 käytetty ureaa 6–67.4 tn/vuosi. Glykolia kuluu 2 000–5 000 l/talvi. (Liite 1)

Lentokenttäaluetta lähin vedenottamo on noin 1 km päässä oleva Kymenlaakson Vesi Oy:n Utin tekopohjavesilaitos. Rakentamista edeltäneissä pohjavesitutkimuksissa on vesinäytteitä otettu myös lentokenttäalueen läheisyyteen asennetuista pohjavesiputkista (kuva 7).

Pääkiitotiestä 200 m etelään sijaitsevasta pohjavesiputkesta 103 huhtikuussa 1985 otetussa vesinäytteessä ei ole havaittavissa urean ja glykolin vaikutuksia. Pohjavesiputki 102 sijaitsee 150 m pääkiitotiestä pohjoiseen ja putki 101 lounas-koillissuuntaisesta II-kiitotiestä 150 m koilliseen. Putkista 102,101 ja 7 otetuissa vesinäytteissä ei myös ole havaittavissa urean ja glykolin käytön vaikutuksia.

Taulukko 4. Vedenlaadun keskiarvoja Utin (05 909 06) tärkeällä pohjavesialueella. Havainnot ovat vuodelta 1985. n= havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
HP7	1	3,1	0,8	0,01	0,00		11,2	2,8
HP101	1	1,5	0,3	0,00	0,00		10,4	4,5
HP102	1	3,8	0,3	0,00	0,01		5,8	5,8
HP103	1	3,5	0,1	0,00	0,00		6,8	6,6

## 3.7 Kuopio

### 3.7.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Kuopion Rissalan lentokenttä sijaitsee Siilinjärven kunnassa. Lentokenttäalueen pohjoispuolella, välittömässä läheisyydessä, sijaitsee Ilmailuhallituksen omistama lentoaseman pohjavedenottamo (08 749 02). Rissalan lentoasema on ottanut käyttövetensä muodostumasta vuodesta 1972 lähtien. Ottamolle ei ole tärkeiden pohjavesialueiden kartoituksen yhteydessä määriteltä muodostumisaluetta (kuva 8). Keskimääräinen vedenkulutus oli vuonna 1988 216 m<sup>3</sup>/d. Vuonna 1989 on lentoasema siirtynyt käyttämään Siilinjärven kunnan Jälän pohjavedenottamon vettä. Toistaiseksi ei Rissalan lentoaseman pohjavedenottamosta oteta vettä.

Lentoaseman vedenottamo sijaitsee pitkittäisharjumuodostumassa, joka jatkuu Jälänniemestä Siilinjärvelle ja siitä edelleen Iisalmelle ja Maaningalle. Pohjaveden päävirtaussuunta on lentokentän alueella luoteesta kaakkoon. Vedenottamon läheisyydessä pohjaveden virtaus suuntautuu todennäköisesti paikallisesti myös harjun reunaosille ja edelleen Juurusveteen. Tästä paikallisesta pohjaveden virtauksesta johtuen voi lentokenttäalueen pohjoispuolen vesiä suotautua pohjavedenottamolle. (Kuv 1981)

### 3.7.2 Tarkkailutuloksia

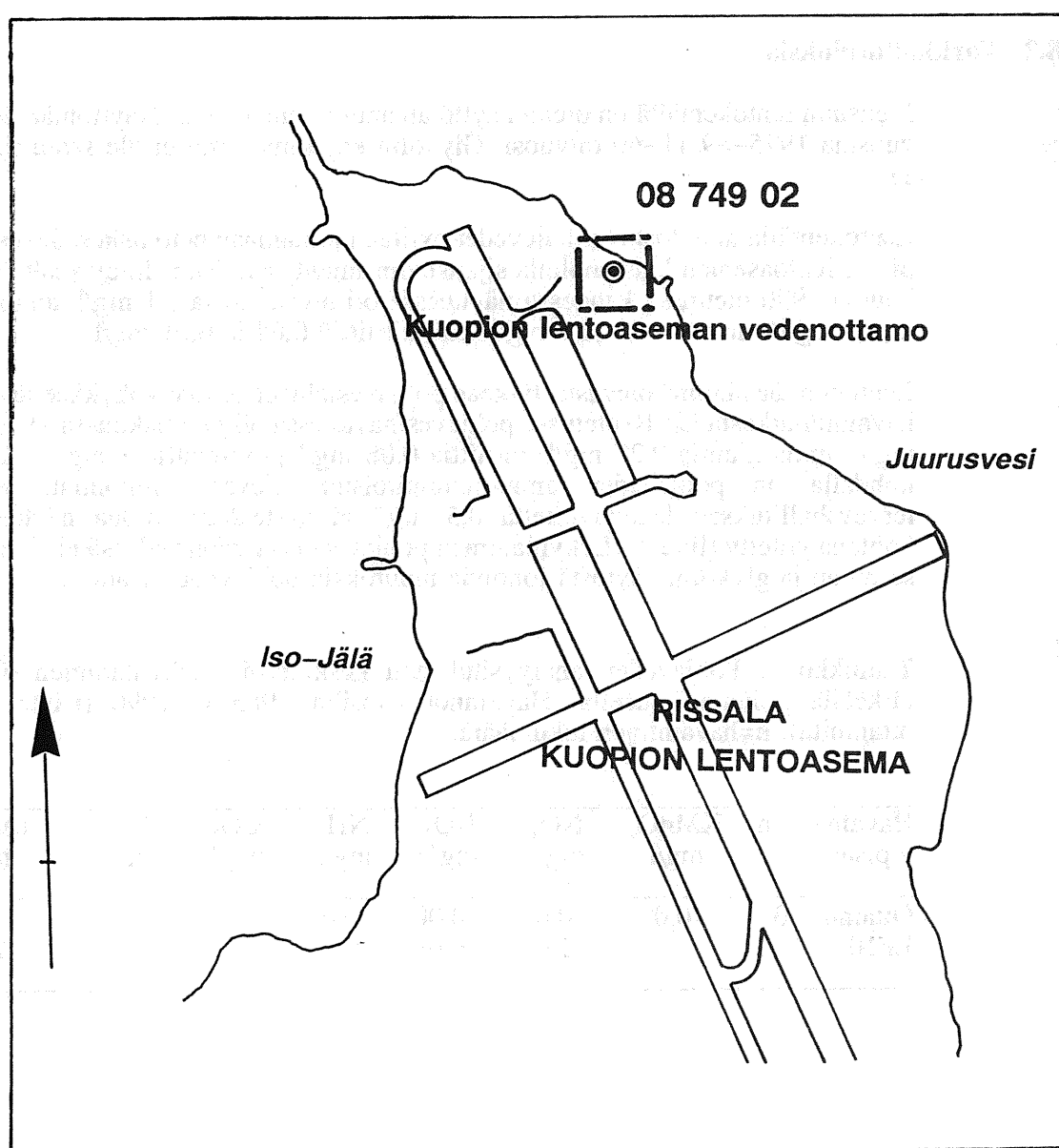
Rissalan lentokenttäalueella on 1980-luvulla käytetty ureaa vuosittain 80–110 tn ja glykolia 2–3 tn. Vuosina 1975–78 käytettiin ureaa 34–64 tn/vuosi ja glykolia 750–1 200 l/vuosi. (Liite 1)



Lentoaseman ottamon vedessä ei havaita urean ja glykolin käytön vaikutuksesta kohonneita typpipitoisuuksia. Vapaan hiilidioksidin määrä on jonkin verran suurempi kuin luonnontilaisen pohjaveden.

Taulukko 5. Vedenlaadun keskiarvot Rissalan lentoaseman pohjavedenottamolla (08 749 02) vuosina 1976, 1979, 1982 ja 1985. n=havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	4	3,0	0,1	0,01	0,07	15	2,9	34,7



Kuva 8. Kuopion Rissalan lentoaseman ja Ilmailuhallituksen lentoaseman ottamon sijainti Siilinjärven kunnassa. Mittakaava 1:20 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

## 3.8 Joensuu

### 3.8.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Joensuun lentoasema sijaitsee osittain Lykynlammen (07 276 10) tärkeän pohjavesialueen muodostumisaluetta ympäröivällä reunavyöhykkeellä (kuva 9). Lykynlammen pohjavesialue muodostuu luode-kaakkosuuntaisesti kulkevasta II Salpausselkään liittyvästä pitkittäisharjusta. Aines on harjun ydinosassa hyvin vettäjohtavaa lajitunutta karkeaa hiekkaa ja soraa. Reuna-alueet, joilla lentokenttäaluekin sijaitsee, ovat ainekseltaan hienompaa hiekkaa. (PKv 1982)

Lykynlammen ottamo sijaitsee noin 1.5 km lentokenttäalueelta koilliseen. Pohjaveden päävirtaussuunta on Lykynlammen tärkeällä pohjavesialueella luoteesta kaakkoon. (PKv 1982)

### 3.8.2 Tarkkailutuloksia

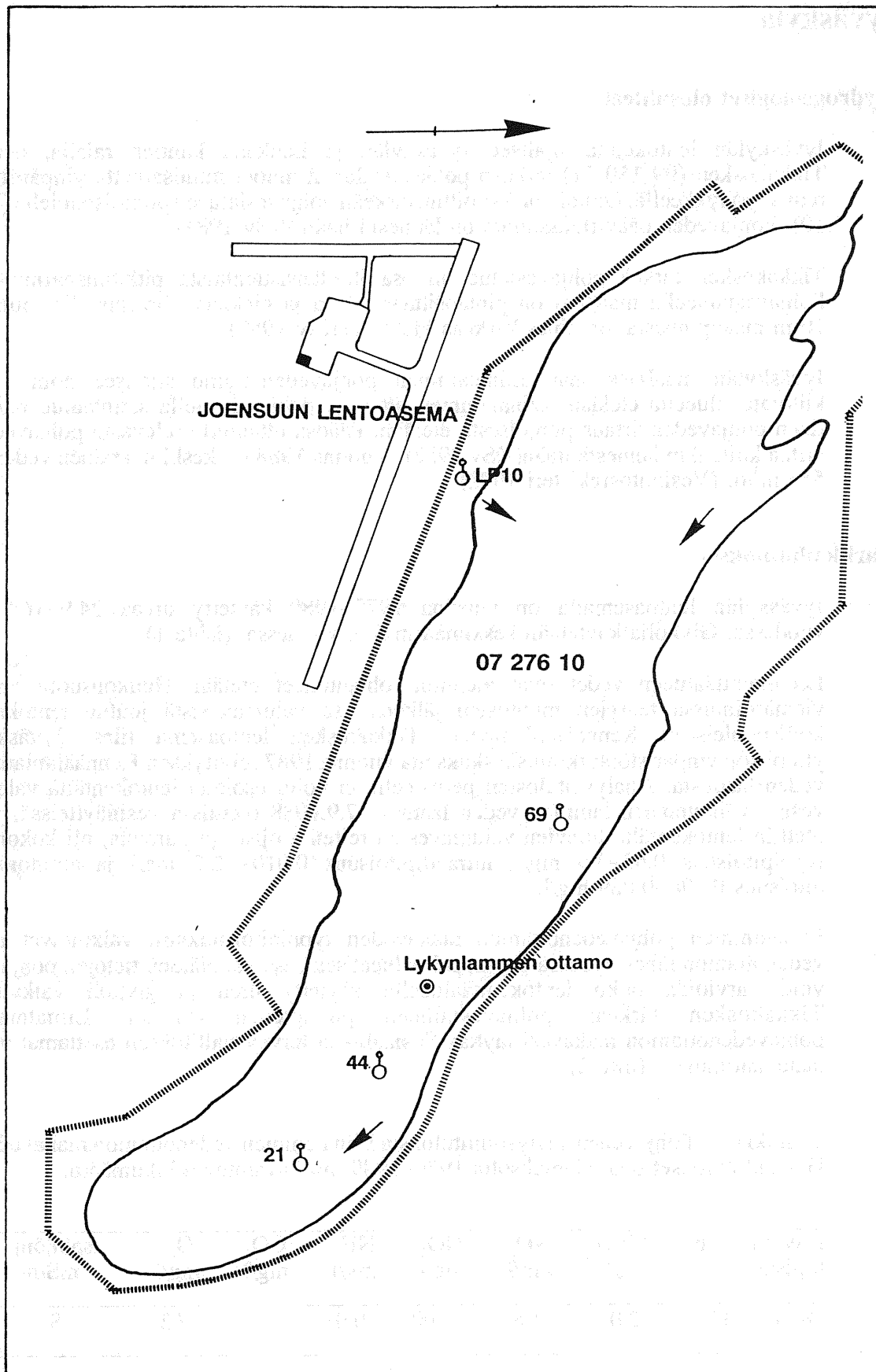
Joensuun lentokentällä on urean käyttö alkanut vuonna 1972. Käyttömäärät vaihtelivat vuosina 1975–89 11–60 tn/vuosi. Glykolin käyttömääristä ei ole saatu tietoja. (Liite 1)

Lentokentällä muodostuvat hulevedet pyritään johtamaan betonisia sadevesiviemäreitä pitkin lentoaseman länsipuolella sijaitseviin imeytysaltaisiin. Imeytysaltaista marraskuussa 1990 otetuissa kahdessa näytteessä oli ureaa 1,6 ja 6,1 mg/l, ammoniumia 24 ja 2,8 mg/l, nitraattia 10 ja 7 mg/l sekä nitriittiä 0,64 ja 0,21 mg/l.

Lentokenttää lähinnä olevasta, tärkeän pohjavesialueen reunavyöhykkeellä sijaitsevasta havaintoputkesta LP 10 otetussa pohjavesinäytteessä oli marraskuussa 1990 ureaa 0,02 mg/l, ammoniumia 0,21 mg/l, nitriittiä 0,08 mg/l ja nitraattia 1 mg/l. Putken LP 10 kohdalla on pohjaveden ammoniumpitoisuus lievästi kohonnut, sosiaali- ja terveyshallituksen laatutavoitetta 0,5 mg/l ei kuitenkaan tuona näytteenottoajan kohtana ylitetty (liite 2). Lykynlammen pohjavedenottamon vedessä ei ole havaittavissa urean ja glykolin käytöstä johtuvia muutoksia pohjaveden laadussa.

Taulukko 6. Pohjaveden analyysitulosten keskiarvoja Lykynlammen (07 276 10) tärkeällä pohjavesialueella. Havainnot vuosilta 1983 ja 1990 (näyte otettu vain ottamolta). n=havaintojen lukumäärä.

Havaintopiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	3	0,0	0,0	0,00	0,01	8	4,2	9,7
LP10	1		1,0	0,08	0,21			25,5



Kuva 9. Joensuun lentoasema sijaitsee osittain Lykynlammen tärkeällä pohjavesialueella (07 276 10). Mittakaava 1:25 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

## 3.9 Jyväskylä

### 3.9.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Jyväskylän lentokenttä sijaitsee Jyväskylän ja Laukaan kuntien rajalla, osittain Tikkakosken (09 180 51) tärkeän pohjavesialueen muodostumisaluetta ympäröivällä reunavyöhykkeellä. Lentokenttä sijoittuu tärkeän pohjavesialueen pohjoispuolelle (kuva 10). Pohjaveden päävirtaussuunta on lännestä itään. (KSv 1982)

Tikkakosken tärkeä pohjavesialue on osa itä-länsisuuntaista pitkittäisharjujaksoa. Pohjavesialueella maaperä on pintaosiltaan silttiä ja hiekkaa. Syvemmällä, noin 8–10 m maanpinnasta, on aines karkeaa hiekkaa. (KSv 1982)

Jyväskylän maalaiskunnan Liinalammen pohjavedenottamo sijaitsee noin 1 km kiitorata-alueelta etelään. Liinalammen ottamon pohjoispuolella suuntautuu paikallinen pohjavedenvirtaus pohjoisesta etelään. Pääosa ottamolle tulevasta pohjavedestä virtaa kuitenkin lännestä itään (KSv 1982). Vuonna 1988 oli keskimääräinen vedenotto 555 m<sup>3</sup>/d. (Vesilaitosrekisteri 1992)

### 3.9.2 Tarkkailutuloksia

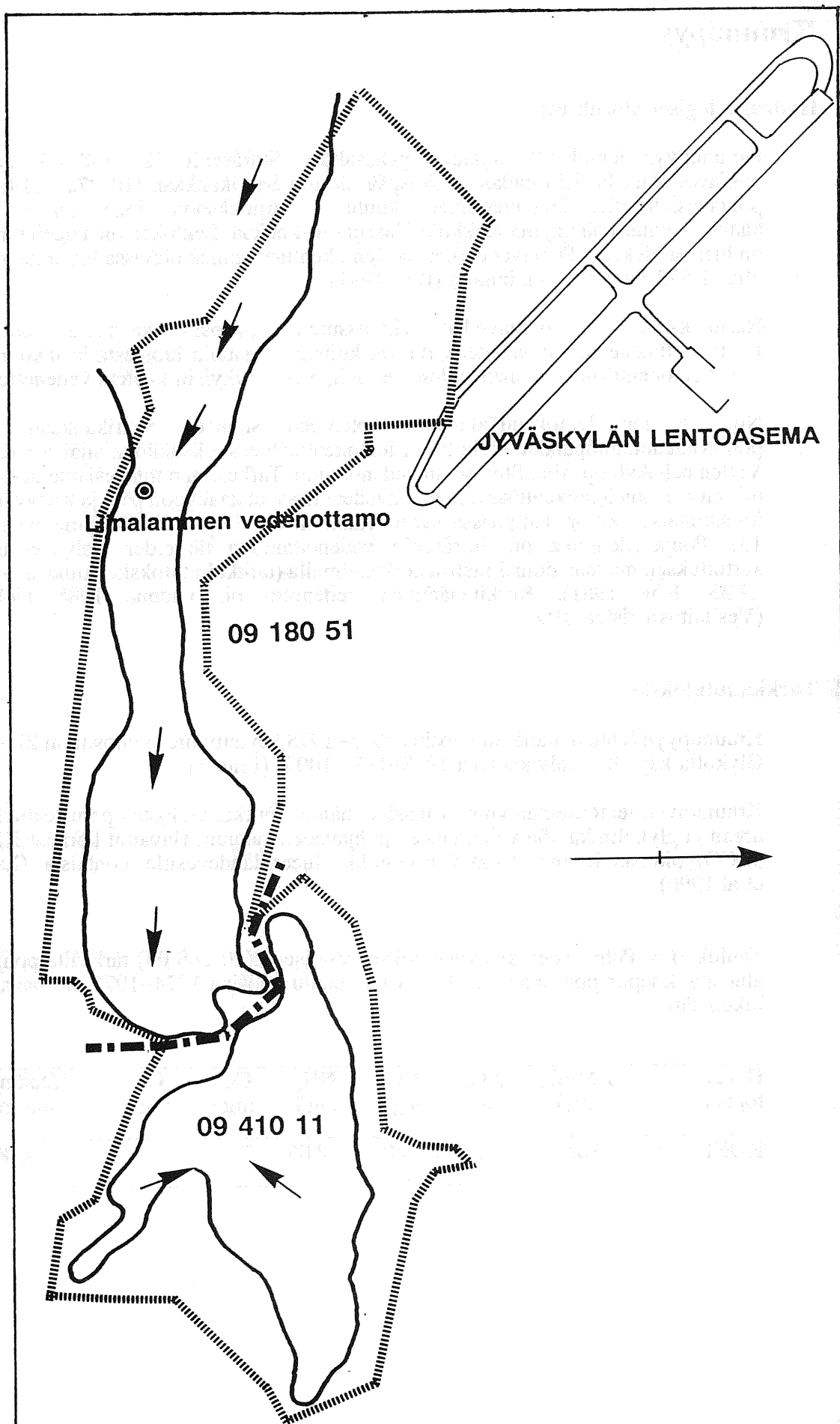
Jyväskylän lentoasemalla on vuosina 1975–1989 käytetty ureaa 24,9–163,3 tn vuodessa. Glykolia käytetään keskimäärin 5 tn vuodessa. (Liite 1)

Lentokenttäalueen vedet ovat aiemmin ohjautuneet etelään Huukonsuolle, mutta viemäröinnissä tehtyjen muutosten jälkeen osa valumavesistä joutuu lentokentän koillispuoleiseen Kennäälänlampeen. Tikkakosken lentoasema tilasi Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskukselta vuonna 1987 selvityksen Kennäälänlammen veden laadusta. Analyysitulosten perusteella ei voitu osoittaa lentokentältä valuvien vesien vaikuttaneen lammen veden laatuun. 7.9.1988 otetuissa vesinäytteissä, jotka otettiin lentokentältä tulevien valumavesien reiteiltä ojista ja puroista, oli kokonaistypipitoisuus 0,63–3,9 mg/l, nitraattipitoisuus 0,010–2,2 mg/l ja ammoniumpitoisuus 0,008–0,069 mg/l.

Liinalammen pohjavedenottamon raakaveden typpipitoisuuksiin vaikuttavat myös vedenottamon läheisyydessä olevat peltoalueet sekä asutus. Näiden tietojen pohjalta ei voida arvioida onko lentokenttäalueella käytetty urea ja glykoli vaikuttanut Tikkakosken tärkeän pohjavesialueen pohjaveden laatuun. Liinalammen pohjavedenottamon raakavesi täyttää Sosiaali- ja terveyshallituksen asettamat veden laatuvaatimukset (liite 2).

Taulukko 7. Pohjaveden analysointituloksia Liinalammen vedenottamon raakavedestä. Havaintotulokset ovat ajanjaksolta 1979–1989. n= havaintojen lukumäärä.

Havaintopiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	15	2,0	1,8	0,00	0,01		7,3	8,1



Kuva 10. Jyväskylän lentokenttä sijaitsee lähellä Tikkakosken tärkeää pohjavesialuetta (09 180 51). Mittakaava 1:20 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

### 3.10 Kruunupyy

#### 3.10.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Kruunupyyntä lentokenttä sijaitsee pääosaltaan Storåsenin (10 288 03) tärkeällä pohjavesialueella. Kiitoradan pohjoispää ulottuu Saarikankaan (10 272 51) tärkeälle pohjavesialueelle. Pohjavesialueet kuuluvat harjujaksoon, joka kulkee luode-kaakkosuuntaisena linjalla Kokkola-Saarijärvi-Laukaa. Lentokentän alueella maaperä on hienoa hiekkaa. Pohjavedenpinta on lentokenttää lähinnä olevissa tutkimuspisteissä ollut 1,5–3 metriä maanpinnasta. (Kov 1981)

Harjujaksolla on pohjaveden virtaussuunta pääosin kaakosta luoteeseen. Lentokenttäalueella pohjavedet virtaavat kuitenkin osittain luoteesta kaakkoon (kuva 11). Lentokenttäalueen läheisyydessä ei pohjavesiä nykyisin käytetä vedenottoon.

Noin 5 km lentokenttäalueelta luoteeseen sijaitsee Saarikankaan tutkittu pohjavedenottamopaikka. Noin 2 km lentokenttäalueesta kaakkoon sijaitsee Kronoby Vatten och Avlopp Ab:n Storåsenin vedenottamo. Tärkeiden pohjavesialueiden kartoituksen mukaan lentokenttäalueen pohjavedet virtaavat kaakkoon päin ja kertyvät länsi-itä suuntaisen kiitoradan päässä harjun runkoon tasolle +19.01 (koepumppauspaikka 13). Pohjavedenpinta on Storåsenin vedenottamolla tärkeiden pohjavesialueiden kartoituksen mukaan noin 3 metriä korkeammalla (tarkkailutuloksien mukaan +21.43–22.23, Kov 1981). Keskimääräinen vedenotto oli vuonna 1988 590 m<sup>3</sup>/d (Vesilaitosrekisteri 1992).

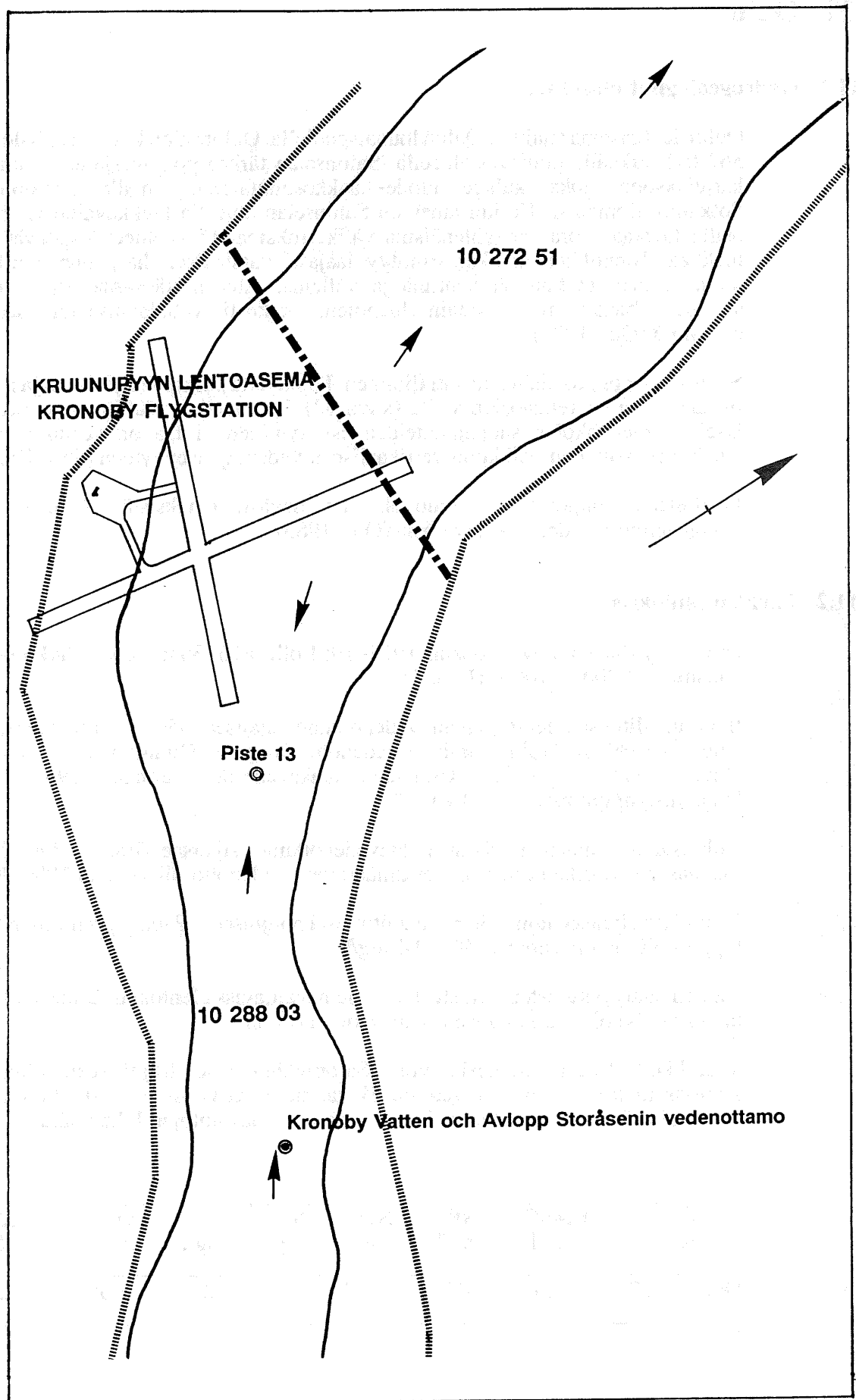
#### 3.10.2 Tarkkailutuloksia

Kruunupyyntä lentokentällä on vuosina 1975–1978 käytetty ureaa vuosittain 21 – 65 tn. Glykolia käytettiin talvikautena 1978–1979 100 l. (Liite 1)

Kruunupyyntä lentoaseman ympäristössä ei näiden tarkkailutulosten perusteella havaita urean ja glykolin käytön vaikuttaneen pohjaveden laatuun. Havaitut korkeat KMnO<sub>4</sub>- ja CO<sub>2</sub>-pitoisuudet ovat Kokkolan rannikkoalueen lähdevesille luontaisia. (Lahermo et al.1990).

Taulukko 8. Pohjaveden analyysituloksia Storåsenin(10 288 03) tärkeältä pohjavesialueelta, koepumppauspaikka 13. Näytteet otettu vuosina 1974–1975. n= havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
KOE13	8	13,9	0,0	0,00	0,05	55		95,8



Kuva 11. Kruunupyyn lentokentän sijainti Storåsenin (10 288 03) ja Saarikankaan (10 272 51) tärkeillä pohjavesialueilla. Mittakaava 1:25 000. Karttamerkkien selitykset ovat liitteessä 3.

## 3.11 Oulu

### 3.11.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Oulun lentoasema sijaitsee Oulun lounaispuolella, Oulunsalon kunnassa, Salonselän (11 567 01) tärkeällä pohjavesialueella. Salonselän tärkeä pohjavesialue kuuluu suureen harjujaksoon, joka kulkee luode-kaakkosuuntaisesti linjalla Hailuoto-Rokua-Sotkamo-Ilomantsi. Harjun aines on Salonselän alueella hiekkavaltaista. Keskeisillä osilla tavataan soraa epäyhtenäisinä välikerroksina. Lievealueet sisältävät etupäässä hiekkaa. Hienohkoa hiekkaa esiintyy laajasti varsinaisen harjualueen ulkopuolella rantavoimien levittämänä kenttinä ja valleina. Alueen itäosassa, jossa lentokenttä sijaitsee, hiekat ovat osittain hienojen, heikosti vettäläpäisevien sedimenttien peittämiä. (Ouv 1983)

Salonselän pohjavesialue on antiklininen. Pohjavettä purkautuu yleisesti ja paikoitellen runsaasti harjun reunaosien soille (kuva 12). Pohjaveden päävirtaussuunta on luode. Useiden pienehköjen suopainanteiden esiintyminen viittaa orsivesiin ja näin ollen ainakin paikoitellen heikkoon vertikaaliseen vedenläpäisevyyteen. (Ouv 1983)

Laadultaan pohjavesi on neutraalia tai lievästi emäksistä. Korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat tavallisia. (Ouv 1983)

### 3.11.2 Tarkkailutuloksia

Urean käyttömäärät ovat vuosina 1975–1981 olleet 16–30 tn/vuosi. Glykolia käytettiin vuosittain 2 000–7 700 l. (Liite 1)

Ilmailuhallituksen lentoaseman vedenottamo sijaitsee 350 m kiitoalueesta etelään. Vuonna 1980 oli keskimääräinen vedenotto 50 m<sup>3</sup>/d. Ottamon itä- ja eteläpuoliset alueet ovat viljeltyjä. Ottamon raakavedestä vuonna 1981 analysoitu kokonaistyyppipitoisuus oli 0,4 mg/l.

Oulunsalon kunnan Kurikan pohjavedenottamo sijaitsee 700 m kiitotien päästä lounaseen. Kurikan ottamon keskimääräinen vedenotto oli vuonna 1980 705 m<sup>3</sup>/d.

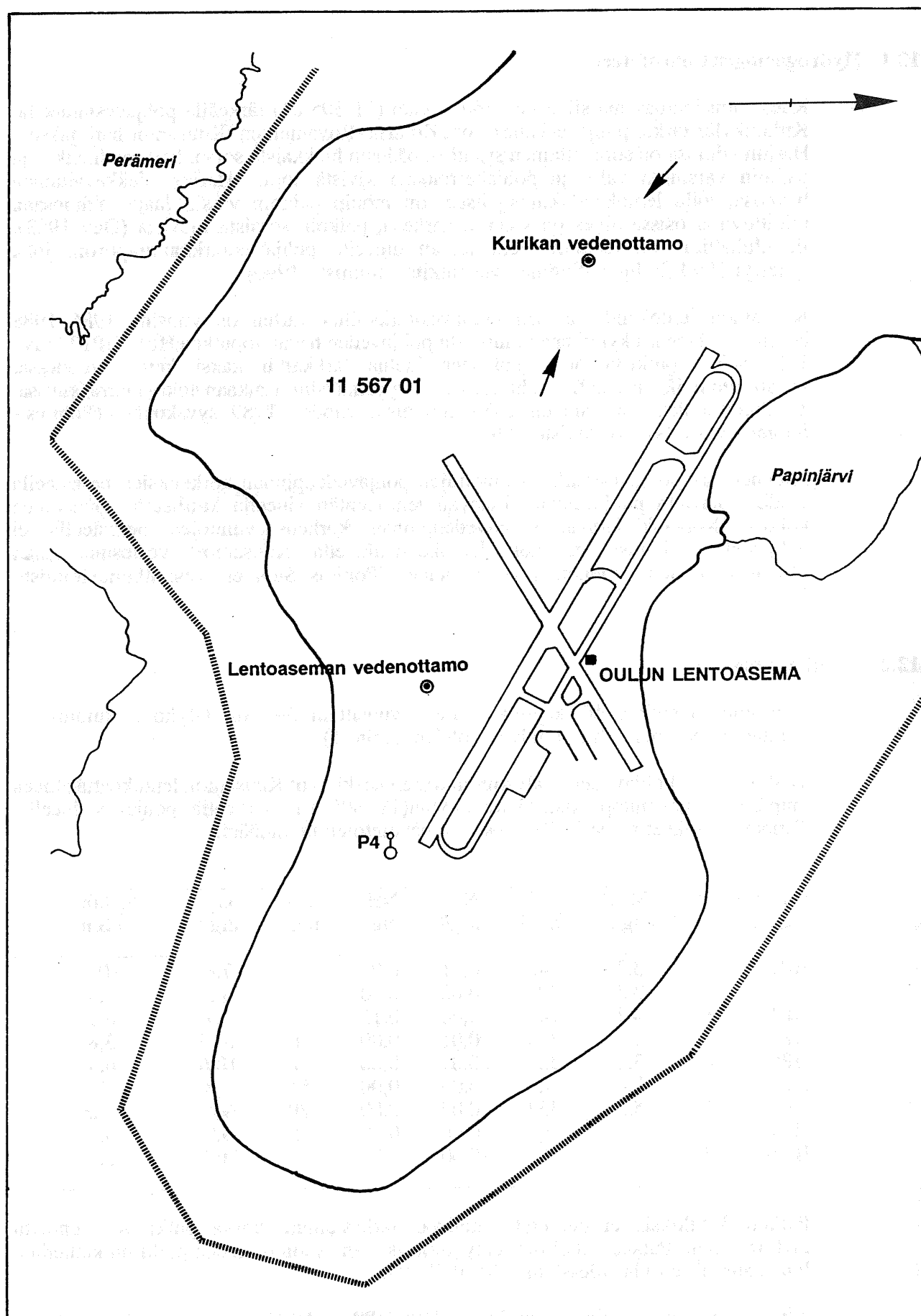
Papinjärvi sijaitsee noin 350 m pääkiitotiestä pohjoiseen. Papinjärven veden kokonaistyyppipitoisuus oli vuonna 1981 0,4 mg/l.

Näiden analyysitulosten perusteella ei ole havaittavissa lentokenttäalueella käytettyjen urean ja glykolin vaikuttaneen pohjaveden laatuun.

Taulukko 9. Vedenlaatu keskiarvoina Salonselän (11 567 01) tärkeän pohjavesialueen Lentoaseman ottamon raakavedestä. Havainnot ovat vuosilta 1980, 1986 ja 1989. \*= analysoitu 5 kertaa, vaihteluväli 0–6,6 mg/l. n= havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	23	5,6	0,3	0,02	0,32	12	2,6*	32,4





Kuva 12. Oulun lentoaseman sijainti Oulunsalon kunnan Salonselän tärkeällä pohjavesialueella (11 567 01). Mittakaava 1:25 000. Karttamerkkien selitykset liitteessä 3.

## 3.12 KUUSAMO

### 3.12.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Kuusamon lentoasema sijaitsee Kirkonkylän (11 305 01) tärkeällä pohjavesialueella. Kirkonkylän tärkeä pohjavesialue on osa Kolarin–Rovaniemen–Kuusamon harjujaksoa. Harjun ydinosa on soravaltainen sisältäen pääosin hiekkaista soraa, karkeaa hiekkaa ja paikoin varsinkin väli- ja pohjakerroksina kivistä soraa. Harjun hiekkavaltainen lieveosa, jolla lentokenttäkin sijaitsee, on monin paikoin varsin laaja. Ydinosaan rajoittuvissa osissa aines on yleensä karkeaa, paikoin soraista hiekkaa (Ouv 1983). Ilmailuhallitus on teettänyt lentokentän alueelta pohjavesitarkkailuraportin, joka ilmestyi 1990 (Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto 1990).

Kuusamon lentokentän alueen pohjavesitarkkailua varten on vuosina 1986–1988 asennettu yhteensä kymmenen muovista pohjaveden havaintoputkea HP1–HP10 (kuva 13). Näistä putkista on pohjaveden laatua tarkkailtu kaksi kertaa vuodessa, kevätminimiaiikaan maalisi–huhtikuussa ja syysmaksimin aikaan loka–marraskuussa. Tarkkailutuloksia on vuoden 1986 elokuusta vuoden 1989 syyskuuhun. (Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto 1990)

Asennetuista pohjavesiputkista mitattujen pohjavedenpinnan korkeuksien perusteella voidaan havaita pohjavesien virtaavan lentokentän alueella koillisesta lounaaseen kohden Kolvanki–järveä. Pohjavedenpinnan korkeushavaintojen perusteella ei pohjaveden virtausta tapahdu lentokenttäalueelta Kuusamon vesiosuuskunnan Munakkalammen vedenottamon suuntaan. (Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto 1990)

### 3.12.2 Tarkkailutuloksia

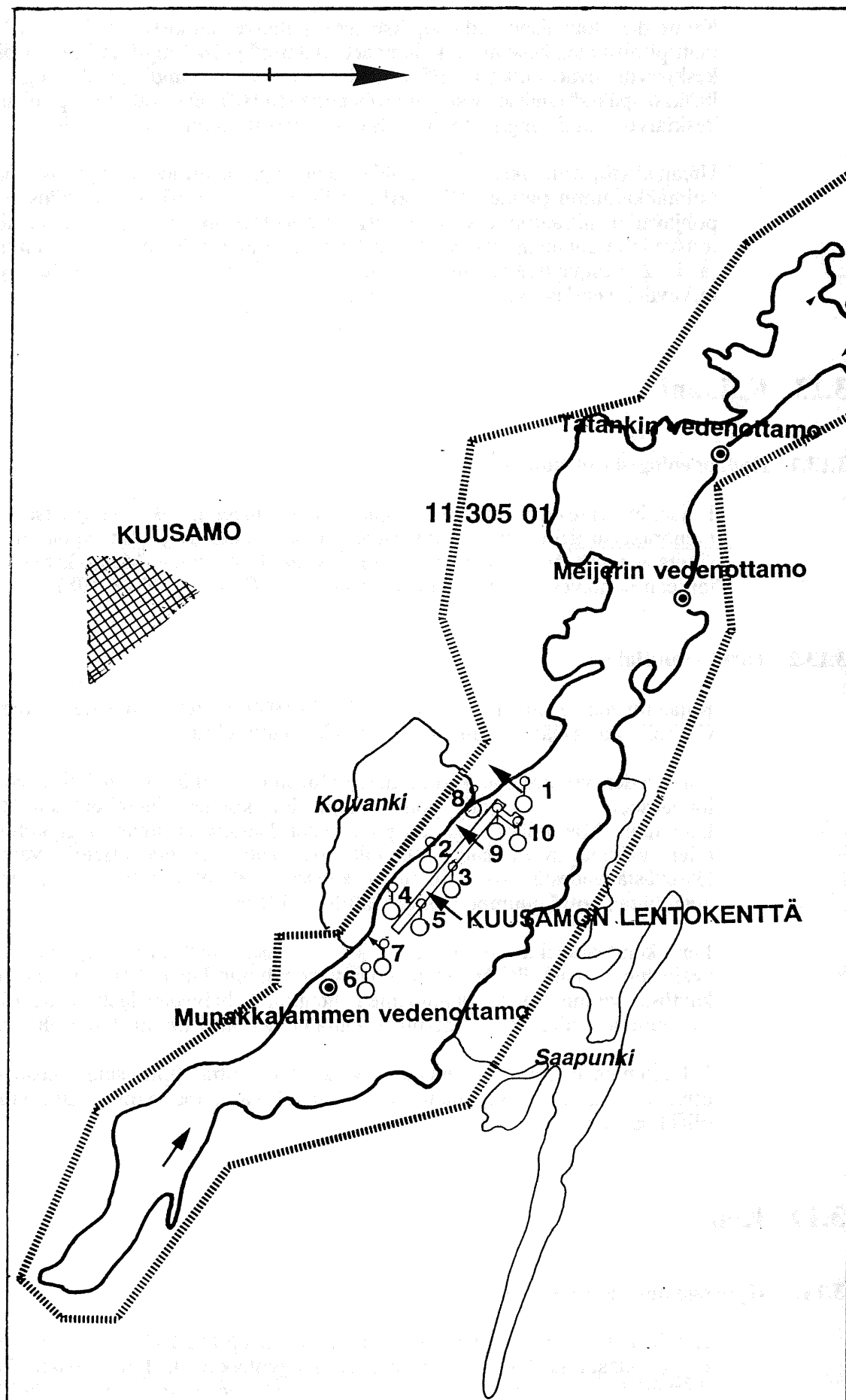
Kuusamon lentokentällä käytetään ureaa vuosittain 5–6 tn. Glykolin kulutus on muutamia kymmeniä litroja talvea kohden. (Liite 1)

Taulukko 10. Pohjaveden analysointitulosten keskiarvot Kuusamon lentokenttä alueen ympäristön havaintoputkista Kirkonkylän(11 305 01) tärkeällä pohjavesialueella. Tarkkailutulokset vuosilta 1987–90. n= havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
HP1	8	3,3	14,4	0,01	0,01	11	7,8	10,4
HP2	8	3,3	20,3	0,00	0,00	16	9,5	9,3
HP4	8	4,4	14,1	0,00	0,15	20	9,7	8,2
HP5	8	4,5	0,9	0,01	0,00	4	10,5	3,8
HP6	8	3,4	0,6	0,01	0,00	3	10,6	6,9
HP7	3	8,4	4,4	0,00	0,00	51	7,8	14,2
HP8	1	5,2	45,0	0,00	0,00	20	9,1	15,3
HP9	3	5,1	3,5	0,00	0,00	2	9,9	3,3
HP10	3	5,5	0,7	0,00	0,02	1	10,1	3,8

Putken 3 tuloksia ei ole otettu mukaan tarkasteluun, koska putki on asennettu täyttömaahan. Putkesta 8 ei ole tehty kuin yksi analysointi, koska putki on katkennut lumenaurauksen yhteydessä talvella 1988–89.

Kiitoradan koilispuolisissa putkissa (HP5, HP9 ja HP10) ovat typpipitoisuudet ja hiilidioksidipitoisuus pysyneet alhaisina koko tutkimusajan. Myöskään pohjavesiputkesta HP6 otetuissa näytteissä ei ole havaittavissa kohonneita typpi- tai hiilidioksidipitoisuuksia. Nitraattipitoisuuden keskiarvo on edellä mainituissa putkissa ollut 0,7–3,5 mg/l ja hiilidioksidipitoisuuden 1–4 mg/l.



Kuva 13. Kuusamon lentoasema sijaitsee Kirkonkylän tärkeällä pohjavesialueella (11 305 01). Mittakaava 1:50 000. Kartamerkkien selitykset liitteessä 3.

Kiitoradan lounaispuolella sijaitsevilla pohjavesiputkissa HP2 ja HP4 ovat nitraattipitoisuuden keskiarvot kohonneet 20,3 mg/l ja 14,1 mg/l. Hiilidioksidipitoisuuden keskiarvot ovat putkissa HP2 ja HP4 olleet 16 mg/l ja 20 mg/l. Kiitoradan kaakkoispäässä sijaitsevassa pohjavesiputkessa HP7 on hiilidioksidipitoisuus kohonnut keskiarvoltaan 51 mg/l. (Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto 1990)

Urean käytön seurauksena ovat pohjaveden typpi- ja hiilidioksidipitoisuudet kohonneet voimakkaimmin putkien HP1, HP2, HP4 ja HP8 ympäristössä. Näistä putken HP8 pohjaveden nitraattipitoisuuden keskiarvo ylittää sosiaali- ja terveyshallituksen talousvedelle antaman terveydellisen laatuvaatimuksen 25 mg/l. Havaintoputkien HP1 ja HP2 vesinäytteiden nitraattipitoisuudet ylittävät sosiaali- ja terveyshallituksen terveydellisen laatuvaatimuksen ajoittain.

### 3.13 Kajaani

#### 3.13.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Kajaanin lentoasema sijaitsee Paltaniemen alueella, joka on tasaista, ainekseltaan hienorakeista delttamuodostumaa mataline suppineen. Kajaanin lentoaseman kiitoalueet sijaitsevat lähimmillään noin 1,5 km päässä Matinmäen-Mustikkamäen(11 206 01) tärkeän pohjavesialueen muodostumisalueesta (kuva 13).(Kav 1981)

#### 3.13.2 Tarkkailutuloksia

Kajaanin lentoasemalla on vuosina 1975–1989 käytetty vuosittain ureaa 0.1–33 tn. Glykolia käytetään keskimäärin 300–500 l/talvi. (Liite 1)

Pohjaveden virtaussuunta Matinmäen alueella on mitä todennäköisemmin koillisesta lounaaseen eli tärkeältä pohjavesialueelta kohden lentokenttäaluetta. Kajaanin kaupungin Matinmäen ottamon pohjaveden laatuun ei urean ja glykolin käyttö näin ollen vaikuta. Matinmäen ottamolta on saatu vedenlaatutietoja vain verkostoon lähtevästä vedestä, jossa on marraskuussa 1989 ollut nitraattia 1,2 mg/l. Samana ajankohtana oli kaliumpermanganaattiluku 1,0 mg/l.

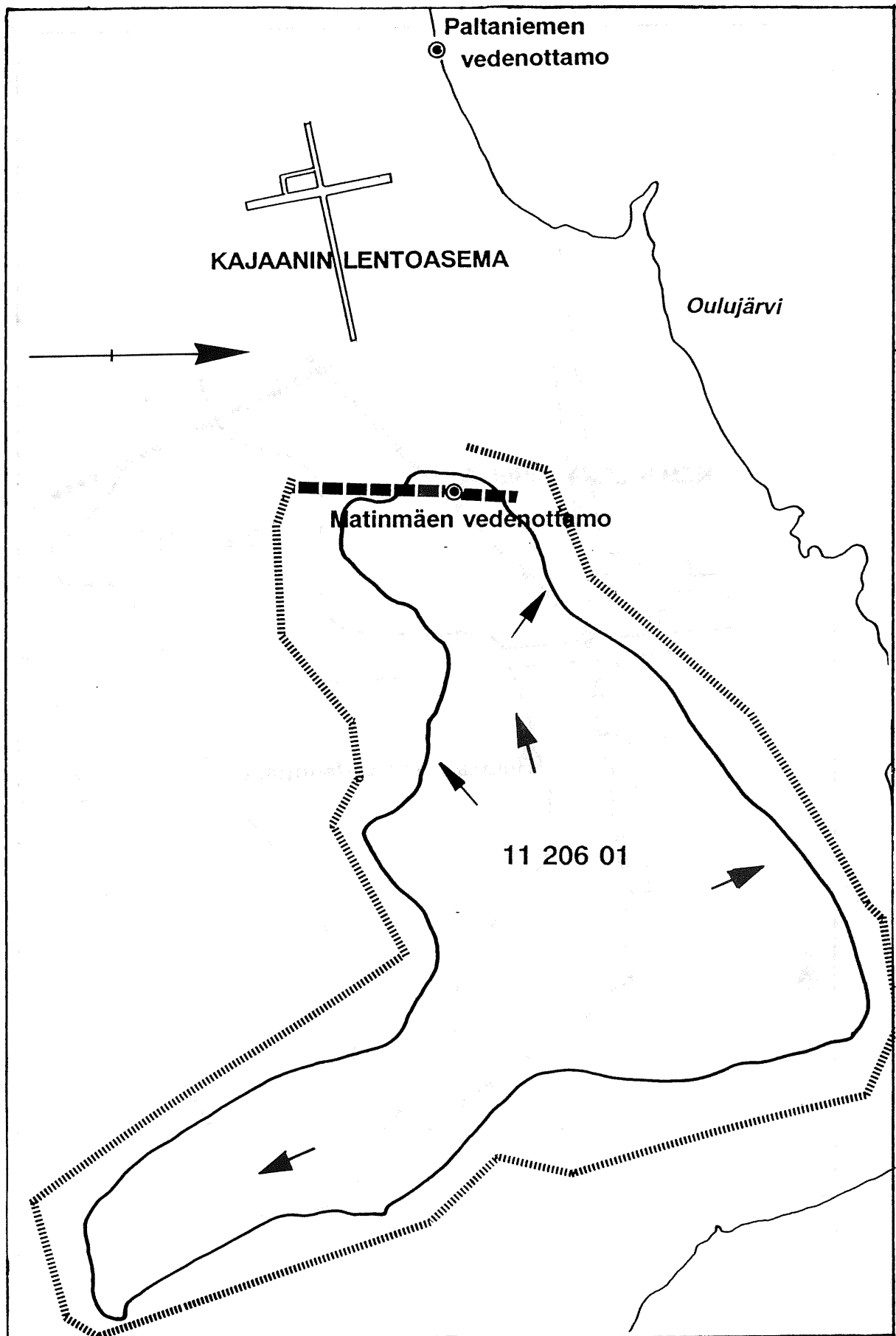
Lentokenttäalueelta noin 1,5 km päässä luoteessa sijaitsee Paltaniemen vesiosuuskunnan Paltaniemen pohjavedenottamo(kuva 14). Ottamo on poistettu käytöstä vuonna 1989. Paltaniemen ottamon pohjaveden laatuun lentokenttäalueilta suotautuvat vedet voivat vaikuttaa. Paltaniemen alue on maatalousaluetta.

Paltaniemen ottamolta lähteneessä vedessä on nitraattipitoisuus vuosina 1988–1989 ollut 1,2–12 mg/l. Samanaikaisesti mitatut kaliumpermanganaattiluvun arvot ovat olleet suurimmillaan 1,8 mg/l.

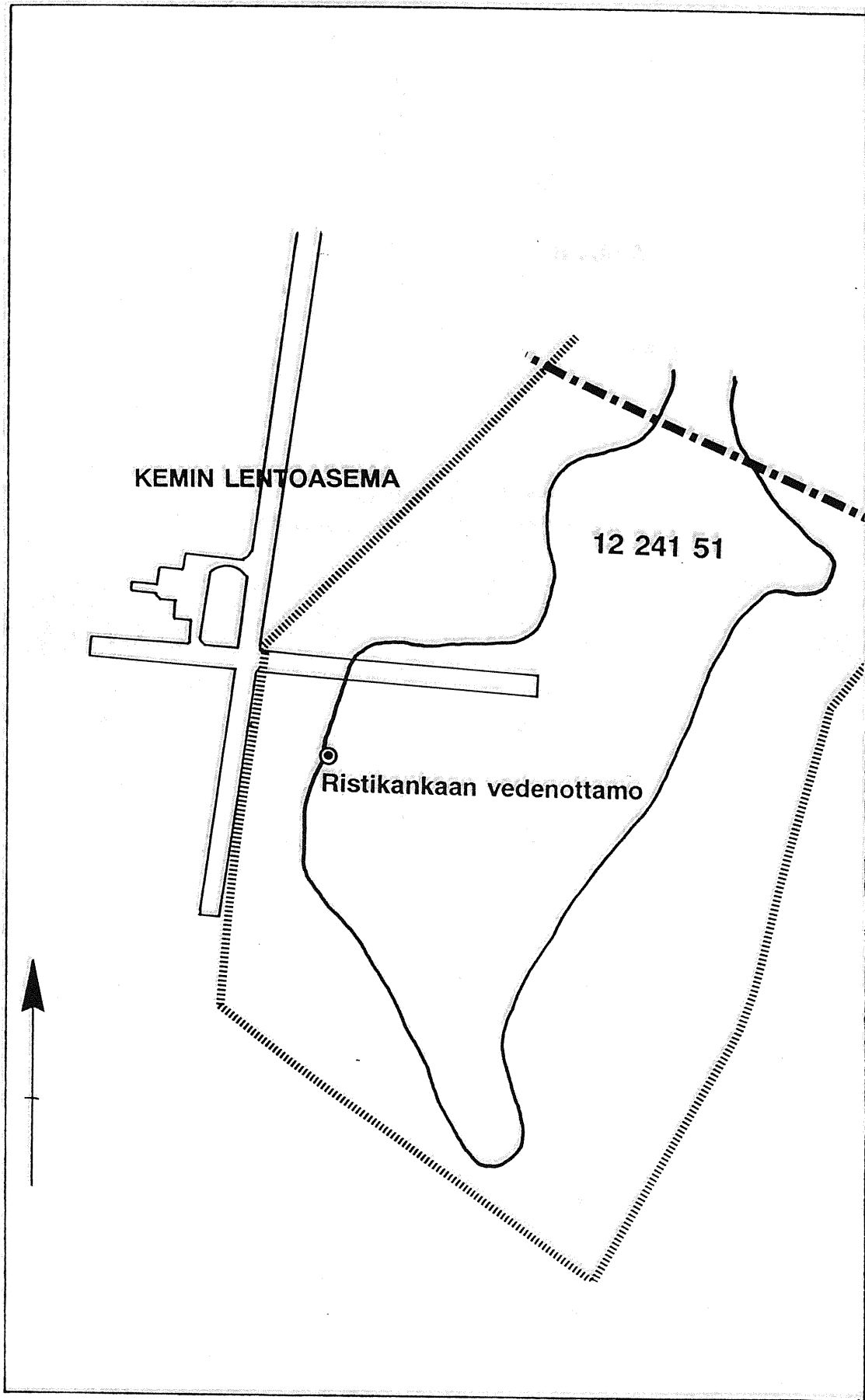
### 3.14 Kemi

#### 3.14.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Kemin lentoasema sijaitsee osittain Ristikankaan (12 241 51) tärkeän pohjavesialueen muodostumisaluetta ympäröivällä reunavyöhykkeellä. Pohjavesialue kuuluu laajaan delttamaiseen hiekka- ja sorakerrostumaan. Muodostuma on lounais-koillissuuntainen ja alkuperältään glasifluviaalinen. Muodostumaa peittävät paikoin moreenikerros ja reuna-alueella hienorakeiset sedimentit.



Kuva 14. Kajaanin lentoaseman sijainti Paltaniemen alueella. Mittakaava 1:50 000. Karttamerkkien selitykset ovat liitteessä 3.



Kuva 15. Kemin lentoaseman sijainti osittain Ristikankaan tärkeällä pohjavesialueella (12 241 51). Mittakaava 1:20 000. Karttamerkkien selitykset ovat liitteessä 3.

Pohjaveden päävirtaussuunta on pohjavesialueelta kohden lentokenttäaluetta (kuva 15). (Lav 1982)

Keminmaan kunnan Ristikankaan pohjavedenottamo sijaitsee pääkiitotiestä 250 metriä itään. Keskimääräinen vedenotto oli vuonna 1988 619 m<sup>3</sup>/d. Pohjaveden päävirtaussuunta on luoteeseen.

### 3.14.2 Tarkkailutuloksia

Kemin lentoasemalla ovat vuosittaiset urean käyttömäärät vuosina 1975–1978 olleet 42–72 tn. Glykolia on vuosina 1976–1978 käytetty 800–1000 l/vuosi. (Liite 1)

Ristikankaan vedenottamon pohjavedessä ei ole havaittavissa urean tai glykolin käytöstä johtuvaa pitoisuuksien kohoamista.

Taulukko 11. Pohjaveden laatu keskiarvoina Ristikankaan vedenottamon raakavedestä mitattuna. Näytteet vuosilta 1980, 1987 ja 1990. n= havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähköj. mS/m
Ottamo	3	1	0,6	0,00	0,00	10		40,4

## 3.15 Rovaniemi

### 3.15.1 Hydrogeologiset olosuhteet

Someroharjun (12 699 03) tärkeän pohjavesialueen, jolla Rovaniemen lentoasema sijaitsee, muodostaa vaaran rinteeseen kerrostunut rantakerrostuma. Sen kerrospaksuus vaihtelee 0,5–2,0 metriin ollen yleensä alle metrin. Ylärinteen soraisen aineksen joukossa on runsaasti kiviä. Alarinteellä aines on hienorakeisempaa, sisältäen kuitenkin runsaasti kiviä. Kerrostuman korkeimmalla kohdalla on alueen pohjana monin paikoin kallio. Rinteen alaosassa pohjana on moreeni. Kallio on yleensä lähellä pintaa, varsinkin lentokenttäalueen välittömässä läheisyydessä. Alue on edullinen pohjaveden muodostumiselle, mutta rinteessä oleva muodostuma epäedullinen pohjaveden varastoitumiselle. Pohjavedet virtaavat länsipuoleiselle suolle, jossa on lukuisia purkautumiskohtia. Pohjaveden virtaussuunta kohdistuu lentokenttäalueelta suoraan kohden Rovaniemen maalaiskunnan Someroharjun ottamoa. Matkaa kiitotieltä ottamolle kertyy pienimmillään 500 metriä (kuva 16). Someroharjun ottamon keskimääräinen vedenotto vaihteli vuosina 1976–1980 88–600 m<sup>3</sup>/d. (Lav 1982)

### 3.15.2 Tarkkailutuloksia

Urean käyttömäärät ovat Rovaniemen lentokenttäalueella vuosina 1975–1978 olleet 24–65 tn/vuosi. Glykolin käyttömäärät ovat vuosina 1976–1978 olleet 850–2300 l/vuosi. (Liite 1)

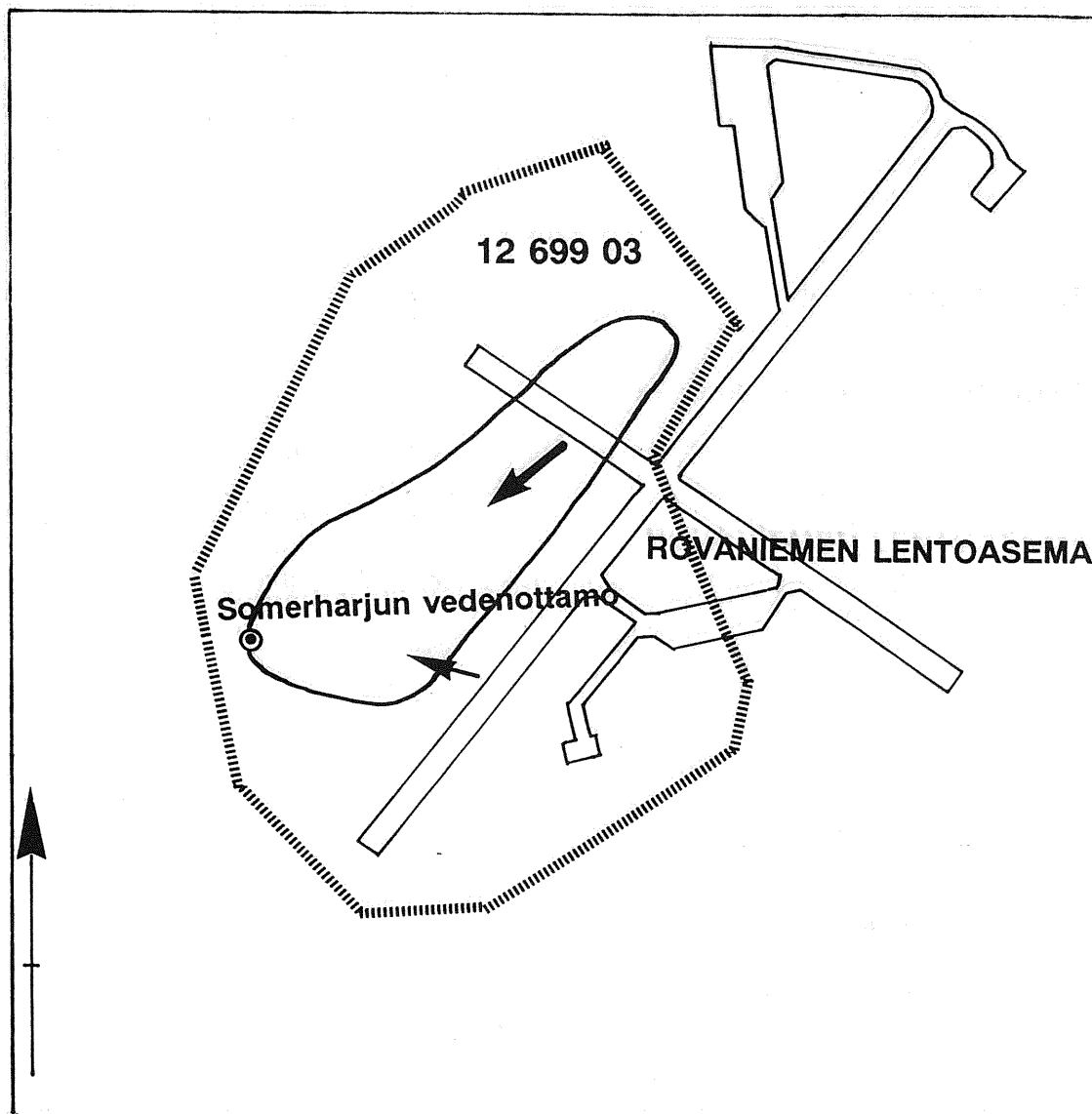
Taulukko 12. Pohjaveden analyysituloksien keskiarvoja Someroharjun ottamon raakavedessä. Havainnot vuosilta 1976, 1977 ja 1980. n= havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	3	3,3	41,7	0,00	0,02	25		16,7

Someroharjun ottamolta otetuissa näytteissä ylittää nitraattipitoisuus sosiaali- ja terveyshallituksen antaman talousveden terveydellisen laatuvaatimuksen 25 mg/l. Hiilidioksidipitoisuus on ollut 13–39 mg/l. Koska alueella ei ole muita typpi- ja hiilidioksidipitoisuuksia kohottavia toimintoja, johtuvat ne kiitoteillä käytetystä ureasta.

Pohjaveden fluoridipitoisuudet (5–7 mg/l), jotka johtuvat alueen kallioperästä, ylittävät näytteenottoajankohtina sosiaali- ja terveyshallituksen talousvedelle antaman suurimman sallitun fluoridipitoisuuden 1,5 mg/l.

Someroharjun ottamon pohjaveden käyttö lopetettiin 1980-luvulla.



Kuva 16. Rovaniemen lentoaseman sijaitsee osittain Someroharjun tärkeällä pohjavesialueella (12 699 03). Mittakaava 1:20 000. Karttamerkkien selitykset ovat liitteessä 3.



## 3.16. Ivalo

### 3.16.1 Hydrogeologiset olosuhteet

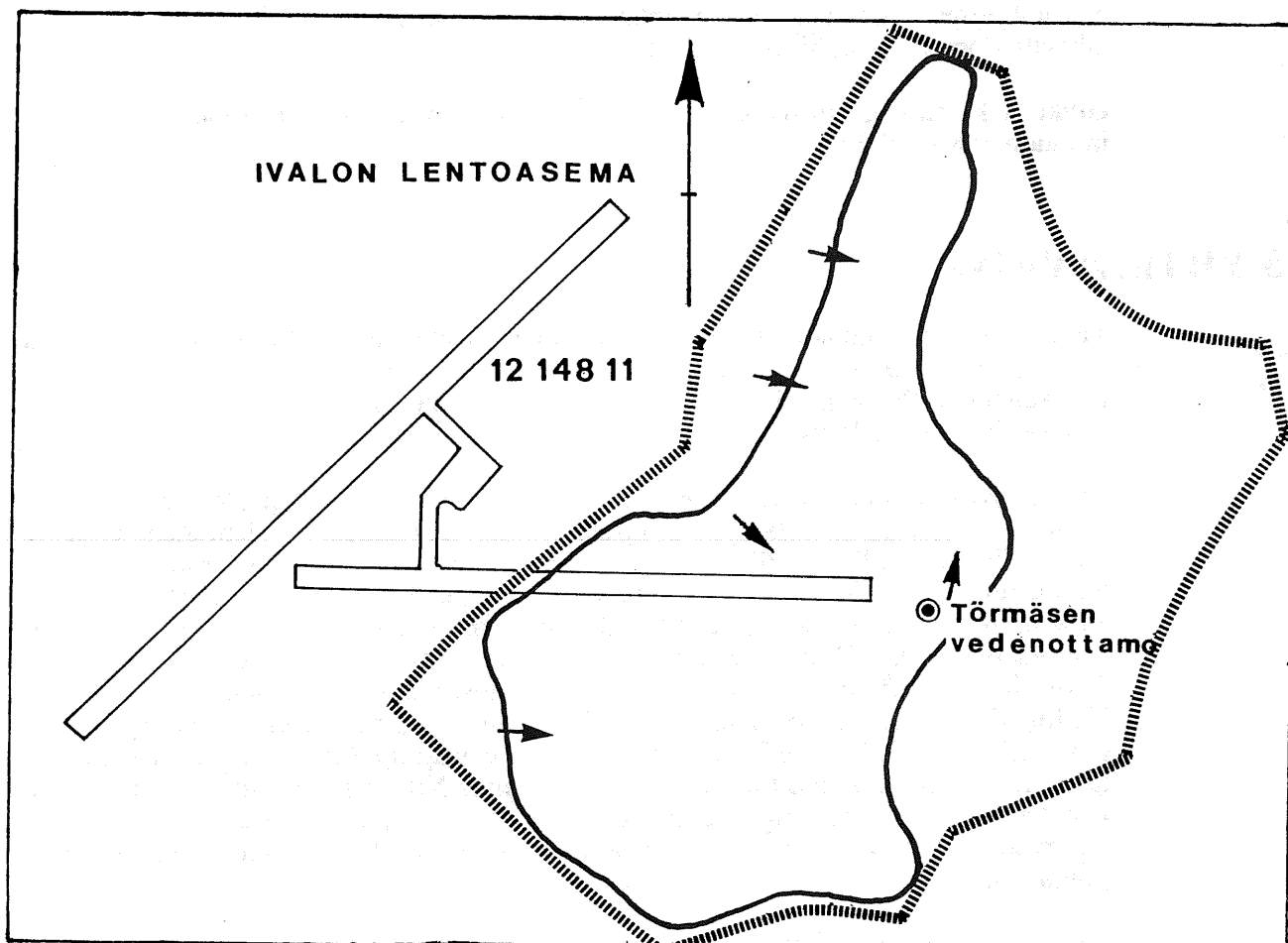
Ivalon lentokenttä sijaitsee osittain Törmäsen (12 148 11) tärkeällä pohjavesialueella. Törmäsen alue on laaja delttamainen hiekka- ja sorakerrostuma. Kerrospaksuus on 6–11 metriin. Kerrostumaa on muotoillut, kuluttanut ja kasannut Ivalojohti, jonka kerrostamaa ainesta on mahdollisesti glasifluvialista alkuperää olevan kerrostuman päällä. Alueen pohjavesi muodostuu osittain läntisen vaara-alueen rinteille kerrostumalla hiekka-alueella (Lav 1982). Alueella sijaitsee Inarin kunnan Törmäsen pohjavedenottamo (kuva 17).

### 3.16.2 Tarkkailutuloksia

Ivalon lentokenttäalueella on vuosina 1975–78 käytetty ureaa 6–8 tn. (Liite 1) Törmäsen pohjavedenottamolla ei havaita Ivalon lentokentällä käytettyjen urean ja glykolin vaikuttaneen ottamon raakaveden laatuun. Pohjavedenpäävirtaus-suunta ei ole lentokenttäalueelta ottamolle.

Taulukko 13. Pohjaveden analyysituloksien keskiarvoja Törmäsen ottamon raakavedestä. Havainnot ovat vuosilta 1977, 1986 ja 1990. n= havaintojen lukumäärä.

Havain- topiste	n	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	sähkönj. mS/m
Ottamo	3	2,7	0,5	0,00	0,00	10		4,4



Kuva 17. Ivalon lentokenttä sijaitsee osittain Törmäsen tärkeällä pohjavesialueella (12 148 11). Mittakaava 1:20 000. Karttamerkit liitteessä 3.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Urean ja glykolin käytöstä johtuville haittavaikutuksille ovat selvityksen perusteella alttiimpia ne kentät, joissa urean ja glykolin käyttömäärät ovat suuria ja joissa maaperä on karkearakeista ja kerrospaksuudet vähäisiä.

Lentokenttäalueella lähekkäin sijaitsevien pohjavesiputkien ja havaintokaivojen välillä havaittiin yllättäviä pitoisuusvaihteluita. Todennäköinen syy on näytteenoton kohdentuminen eri pohjavesikerrokseen eri havaintopaikassa. Kairauksien, kallionpinnan määrityksien, pohjavesiputkien ja kerrospumppauksen avulla voidaan selvittää typpi- ja glykolipitoisten vesien kulkureitit.

Urean ja glykolin käytön aiheuttamia haittoja arvioitaessa on huomattava, että vaikka nykyisten selvitysten perusteella ei kyseisten kemikaalien käytön vaikutuksia pohjavedessä ole havaittavissa voivat tarkemmin kohdennetut pohjavesitutkimukset tuoda niitä esiin. Tarkentavia selvityksiä tulisi tehdä erityisesti niillä lentokentillä, jotka sijaitsevat kokonaan pohjavesialueella, joilla on käytössä oleva vedenottamo vaikutusalueellaan tai joilla pohjaveden virtaussuuntia ei vielä tunneta.

Urean ja glykolin aiheuttamia haittoja voidaan vähentää kiitoalueiden reunojen tiivistyksellä, lentokenttäalueen salaojituksella ja edelleen salaojavesien johtamisella pois pohjavesialueelta. Salaojavesien jatkokäsittely koetaan yleisesti ongelmalliseksi. Urea- ja typpipitoisia salaojavesiä tulee puhdistettavaksi vain keväällä lumen sulamisen aikoihin. Jätevesikäsittelyä ajatellen typpipitoisuudet ovat alhaisia. Tasaussaltaiden rakentaminen ja vesien johtaminen kuntien jätevedenpuhdistamoille on lentokenttäviranomaisten mielestä liian kallista.

Ilmailulaitos on pyrkinyt löytämään uusia vaihtoehtoisia liukkaudentorjuntakemikaaleja urean tilalle. Ennen kuin otetaan uusia vaihtoehtoisia liukkaudentorjunta-aineita käyttöön, tulisi niiden pohjavesivaikutukset selvittää. Nyt esiin tulleiden aineiden haittana on biologisessa hajoamisessa tapahtuva runsas hapenkulutus, joka voi välillisesti aiheuttaa ongelmia pohjaveden käytölle.

Glykolin käyttöä on pyritty lentokentillä vähentämään käyttämällä laimeampia liuoksia ja kuumavesikäsittelyä.

## 5 YHTEENVETO

Tutkituilla lentokenttäalueilla oli käytetyn urean määrä vuosikeskiarvona 0–250 tonnia talvikaudessa. Glykolin käyttömäärät olivat vuosikeskiarvona 0–700 000 litraa talvikaudessa. Pienkentillä, joissa lentotoimintaa ei harjoiteta huonolla säällä, ei ureaa ja glykolia käytetä lainkaan.

Urean käytön vaikutuksesta kohonneita typpipitoisuuksia havaittiin Helsinki–Vantaan, Turun, Kuoreveden Hallin, Kuusamon ja Rovaniemen lentokenttäalueiden pohjavedessä. Näillä kentillä kohonneille typpipitoisuuksille ei löydy muuta syytä kuin lentokenttäalueella käytetty urea. Nitraatipitoisuudet ylittivät kaikilla näillä kentillä, ainakin ajoittain Sosiaali- ja terveyshallituksen asettaman talousveden terveydellisen laatuvaatimusrajan 25 mg/l. Suurimmat nitraatipitoisuudet ovat Helsinki–Vantaan ja Turun lentokenttäalueiden pohjavesissä, maksimissaan 148 ja 124 mg/l. Kuoreveden Hallin, Kuusamon ja Rovaniemen lentokenttäalueilla pohjaveden nitraatipitoisuudet ovat olleet alle 50 mg/l. Sosiaali- ja terveyshallituksen asettama talousveden laatuvaatimus ammoniumpitoisuudelle on 0,5 mg/l. Nitriittipitoisuuden terveydellinen laatuvaatimus on 0,1 mg/l. Ammonium- ja nitriittipitoisuuksien laatuvaatimus ja terveydellinen laatuvaatimus ylittyivät ajoittain Turun ja Kuusamon lentokenttäalueiden pohjavedessä.

Urean suotautumista pohjaveteen on pyritty vähentämään kiitoteiden reunojen tiivistämisellä, lentokenttäalueen salaojituksella ja edelleen salaojavesien johtamisella pohjavesialueen ulkopuolella sijaitseviin imeytysaltaisiin. Suojatoimenpiteiden

jälkeenkin ovat ongelmallisia aiemmin käytetystä ureasta johtuvat kohonneet typpipitoisuudet, joiden laimenemisen on arvioitu kestävän useita kymmeniä vuosia.

Kemiallisina liukkaudentorjuntavaihtoehtoina urealle on Suomen lentokentillä kokeiltu rakeisia kaliumasetaatteja. Nämäkin aineet aiheuttavat biologisen hajoamisensa myötä veden happivarantojen vähenemisen, josta voi olla seurauksena välillisiä haittavaikutuksia alueen pohjaveden käytölle. Glykolin osalta käyttömääriä on onnistuttu vähentämään käyttämällä laimeampia liuoksia ja kuumavesikäsitteilyä.

## KIRJALLISUUS

- Britschgi, R. 1992. Preliminary Report on the Effect of the Use of Urea and Glykol on Groundwater in the Vicinity of Certain Finnish Airports. Esitelmä Sandinavian ilmailulaitosten järjestämässä pohjoismaisessa jäänsulatusaine-javesiensuojelukokouksessa Tuusulassa 1.-2.9.1992.
- Environment Canada 1985. Environmental and Technical Information for Problem Spills – Urea. Ottawa, Ontario. 69 s.
- Hakunti, K. 1990. Hallin lentoaseman liukkaudentorjunta. Ilmailuhallitus. Selvitys Tampereen vesi- ja ympäristöpiirille liukkaudentorjuntamahdollisuuksista PLM:n Hallin vedenottamon nitraattipitoisuuden selvitystyön yhteydessä. Julkaisematon. 6 s.
- Helsingin vesipiiri 1981. Tärkeät pohjavesialueet, Vantaa.
- Ilmailulaitos 1992. Tiedote kiitotiekemikaalien käytöstä.
- Kainuun vesipiiri 1981. Tärkeät pohjavesialueet, Kajaani.
- Keski-Suomen vesipiiri 1981. Tärkeät pohjavesialueet, Jyväskylä ja Laukaa.
- Kokkolan vesipiiri 1981. Tärkeät pohjavesialueet, Kruunupyy.
- Kuopion vesipiiri 1981. Tärkeät pohjavesialueet, Siilinjärvi.
- Kymen vesipiiri 1982. Tärkeät pohjavesialueet, Imatra, Lappeenranta ja Valkeala.
- Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R. & Taka, M. 1990. Suomen geokemian atlas. Osa 1. Suomen pohjavesien hydrogeokemiallinen kartoitus. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 66 s.
- Lapin vesipiiri 1982. Tärkeät pohjavesialueet, Inari ja Rovaniemen mlk.
- Lääkintöhallitus 1990. Talousveden terveydellisen laadun valvonta. Lääkintöhallituksen yleiskirje nro 1977. Helsinki. 20 s., 5 liitettä.
- Maa ja Vesi Oy 1986. Turun lentokentän alueen hydrogeologinen kartoitus. Ilmailuhallitus & KI Raison-Naantalint vesilaitos. FT81434. Julkaisematon. 11 s, 10 liitettä.
- Maasilta, M. 1980. Tietoja ureasta ja glykolista ja niiden käytöstä lentoasemilla. Ilmailuhallitus. Ilmailuhallituksen tiedote lentoasemien päälliköille ja vastaaville rakennusmestareille. Julkaisematon.
- Oulun vesipiiri 1983. Tärkeät pohjavesialueet, Keminmaa, Kuusamo ja Oulunsalo.
- Oy Vesi-Hydro Ab 1989. Talvikauden 1988-89 raportti glykolin ja urean käytöstä sekä valumavesien laadusta, määrästä ja vesistövaikutuksista. Helsinki-Vantaan lentoasema. PLom/EKor 8790. Julkaisematon. 20 s., 19 liitettä, 6 piirustusta.
- Oy Vesi-Hydro Ab 1990. Selvitys pohjavesiolosuhteista Helsinki-Vantaan lentoaseman ympäristössä. Ilmailuhallitus, Helsinki-Vantaan lentoasema. 13376.tut. Julkaisematon. 37 s., 46 liitettä.
- Pohjois-Karjalan vesipiiri 1982. Tärkeät pohjavesialueet, Joensuu.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1981. Oulun lentoasemalla muodostuvien hulevesien tarkkailun tulokset 1981. Oulun lentoasema. Julkaisematon. 5 s., 3 liitettä.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1982. Oulun lentoasemalla muodostuvien hulevesien tarkkailun tulokset 1982. Oulun lentoasema. Julkaisematon. 3 s., 2 liitettä.

Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1990. Ilmailuhallitus/ Kuusamon lentokenttä, Kuusamon lentokentän pohjavesitarkkailuraportti. 920508/16.1.1990. Julkaisematon. 13 s., 9 liitettä.

Tampereen vesipiiri 1981. Tärkeät pohjavesialueet, Kuorevesi.

Tielaitos 1992. CMA:n ympäristövaikutuksia ja käyttökokemuksia, kirjallisuustutkimus. Talvi- ja tieliikenneprojekti. Tielaitoksen selvityksiä 38/1992. Helsinki. 38 s., 2 liitettä.

TSP-Suunnittelu Oy 1991. Ilmailulaitos, Turun lentoasema, Lentokenttäalueen hydrogeologinen kartoitus, loppuraportti. Työ n:o 1489. Julkaisematon.

Turun vesipiiri 1982. Tärkeät pohjavesialueet, Turku.

Vesihallitus 1983. Yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeät pohjavesialueet, vuosina 1977-1982 tehdyn tarkistustyön tulokset. Vesihallituksen tiedotus nro 225. Helsinki. 140 s., 14 liitekarttaa.

Öhm, T. 1988. Biologiska effekter av avsningsmedel och dagvatten från flygplatser. Pux rapport nro 48. Statens naturvårdsverk.

**LIITE 1. UREAN JA GLYKOLIN KÄYTTÖMÄÄRÄT ERI  
LENTOASEMILLA VUOSINA 1975–1990**

Lentoasema	Ureaa t/v	Glykolia l/v	Ajanjakso
HELSINKI-VANTAA	100–312	100000–848727	1975–1990
TURKU	34–140	8150–11000	1975–1985
HALLI-KUOREVESI	3–23		1975–1989
LAPPEENRANTA	11–32	120–1314	1975–1978, 1985–1989
UTTI-VALKEALA	6–67	2000–5000	1975–1978, 1985–1989
IMMOLA-IMATRA	ei käytetä	ei käytetä	–1989
KUOPIO	34–64 80–110	750–1200 (2000–3000 kg)	1975–1978, 1980–luku
JOENSUU	11–60		1975–1989
JYVÄSKYLÄ	25–163	(5000 kg)	1975–1989
KRUUNUPYY	21–65	100	1975–1979
OULU	16–30	2000–7700	1975–1981
KUUSAMO	5–6	n. 30	–1990
KAJAANI	0,1–33	300–500	1975–1989
KEMI	42–72	800–1000	1975–1989
ROVANIEMI	24–65	850–2300	1975–1978
IVALO	6–8		1975–1978

**LIITE 2. SOSIAALI- JA TERVEYSHALLITUKSEN MÄÄRITTÄMÄT  
TALOUSVEDEN TERVEYDELLISET LAATUVAATIMUKSET**

---

<u>Muuttuja</u>	<u>Enimmäistiheys 100 ml:ssa</u>
Koliformiset bakteerit	alle 1
Escherichia coli (alustava tunnistus)	alle 1

	<u>Enimmäispitoisuus, mg/l</u>
Arseeni, As	0,05
Elohopea, Hg	0,001
Kadmium, Cd	0,005
Kromi, Cr	0,05
Lyijy, Pb	0,05
Nikkeli, Ni	0,05
Seleen, Se	0,01
Syanidi, CN	0,05
Fluoridi, F	1,5
Nitraatti, NO <sub>3</sub>	25
-", NO <sub>3</sub> -N	6,0
Nitriitti, NO <sub>2</sub>	0,1
-", NO <sub>2</sub> -N	0,03
Hiilitetrakloridi, CCl <sub>4</sub>	0,003
Kloorifenolit (summa)*	0,01
Pestisidit	WHO:n voimassa olevat ohjeet

\* Kloorifenolien summalla tarkoitetaan tri-, tetra- ja pentakloori-fenolien yhteispitoisuutta.

---

### LIITE 3. POHJAVESIALUEEN KARTTAMERKIT

# ALUEKARTAT

# I

## Vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet

## II

## Vedenhankintaan soveltuvat pohjavesialueet

### III

### Muu pohjavesialue

**01 224 01**

Pohjavesialueen numero

**XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

## Pohjavesialueen raja

100

### Pohjavesialueen varsinaisen muodotumisalueen raja

**Abstract**

## Pohjavesialueiden välinen raja

**A** \_\_\_\_\_

**B** \_\_\_\_\_

Pohjavesialueen osa-alueiden välinen raja  
ja osa-alueen tunnus

L-SVEO

Vesioikeuden määräämä pohjavedenottamon  
suoja-alueen raja

Heavy

**Vesiviranomaisen hyväksymä pohjavedenottamon suoja-alueen raja**

**Tiiviin maa-aineksen peittämiä, vettä hyvin johtavia maakerroksia (havaittuja tai arvioituja)**



Pohjaveden virtaukseen vaikuttava kallio  
(havaittu tai arvioitu)

**■ ■ ■ ■ ■**

**Kallioperän ruhjevyöhyke tai kalliolaakso**

**Vettä läpäisevä rantaviiva**



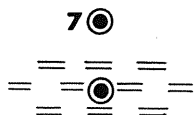
### Pohjaveden huomattava virtaussuunta



### Pohjaveden paikallinen virtaussuunta

## Purkautuvan pohjaveden virtausuoma





**Pohjavedenottamo (≥ 10 asuinhuoneistoa liittynyt)**

Tiiviin, hyvin suojaavan maapeitteen alueella oleva vedenottamo



**Kallio- tai porakaivo (≥ 10 asuinhuoneistoa liittynyt)**



**Tutkittu pohjavedenottamon paikka**



**Alustavasti tutkittu pohjavedenottamon paikka**



**Mahdollinen vedenottoalue**



**Pohjavesiputki**



**Pohjavesikaivo**



**Kalliopohjavesikaivo**



**Lähde**

**300m<sup>3</sup>/d / 10 / 87 / M**

**Lähteen virtaama / havaintokuukausi / vuosi / 0=arvio ja 1=mitattu**

**Pp+55.04**

**Pohjavesiputken pään korkeus**

**Kk+57.10**

**Kaivonkannen korkeus**

**w +35.47**

**Pohjavedenpinnan korkeus**

**• +32.17**

**Avovedessä oleva havaintopiste ja vedenpinnan korkeus**

**4**

**Pohjavesiputken, lähteen jne. tunnus**



**Pieni pohjavesilammikko**



**Pohjavesilammikko**



**Virtaamahavaintopaikka**



**Pohjaveden puhtaudelle vaaraa aiheuttava laitos, varasto, huoltamo tms.**



**Pohjaveden puhtaudelle vaaraa aiheuttava teollisuusalue**



**Suojarakenteinen öljy- tai muu säiliö**



**Suojarakenteeton öljy- tai muu säiliö**



**Pohjavesialueeseen liittyvä erityiskohde**



**Maa-ainestenottopaikka**





